

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Fyzická geografie a geoekologie



Bc. Vendula Šenová

ZATÍŽENÍ ÚZEMÍ POVODÍ PLOUČNICE

GEOGRAFICKY NEPŮVODNÍMI DRUHY ROSTLIN

The level of invasion by alien plants in the Ploučnice River basin

Diplomová práce

Vedoucí závěrečné práce: RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.

Praha, 2011

Zadání diplomové práce

Název práce

Zatížení území povodí Ploučnice vybranými invazními neofyty

Cíle práce

Určení invadovanosti jednotlivých částí povodí Ploučnice a její grafické znázornění

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

Invadovanost je určena podle počtu, popř. pokryvnosti vybraných invazních neofytů ve fytocenologickém snímku; v ostatních oblastech je invadovanost dopočtena na základě vztahu mezi počtem, popř. pokryvností daných neofytů, druhem biotopu a nadmořskou výškou.

Zájmovým územím je povodí Ploučnice.

Hlavním datovým zdrojem je fytocenologická databáze.

Výsledky budou srovnány s dílčími výsledky z bakalářské práce, které byly získány odlišnou metodikou.

Datum zadání: 18.11.2009

Bc. Vendula Šenová

RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.

Podpis vedoucího katedry

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 22.4.2011

Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucímu své diplomové práce RNDr. Tomáši Matějčkovi, Ph.D. za její vedení, za konzultace a připomínky. Dále děkuji Mgr. Daně Michalové za ochotný přístup k mým žádostem ohledně možnosti využití dat České národní fytoecologické databáze. Mé poděkování patří i Mgr. Davidu Zelenému, Ph.D. za vstřícný přístup ohledně zaškolení v práci s programem Juice a Mgr. Vladimíru Vojtěchovi za připomínky ke statistickému zpracování dat.

ABSTRACT

The level of invasion varies according to the habitat type. The aim of this paper is to evaluate the level of invasion in the basin of the Ploučnice River in North Bohemia. The values of the level of invasion were quantified for vegetation plots from the Czech National Phytosociological Database and for segments of riverbank vegetation which were mapped at own field research. Ten maps showing the level of invasion by alien plants were developed based on a quantitative assessment of the level of invasion of particular habitat types at different altitudes. The levels of invasion were measured as proportion of the species that are aliens and total cover of alien species, the same was done for archeophytes and neophytes separately. The other option to quantify the level of invasion was using levels of count of invasive neophytes in the riverbank vegetation. Within each habitat the level of invasion was related to altitude. If the relation was significant, the level of invasion in that habitat was extrapolated according to that relation to altitude. Mean levels of invasion were used for the habitats which the relation was non-significant for. The west, northeast and the central parts of the assessed basin were evaluated as the most invaded areas. It is caused by the occurrence of the most invaded habitat types such as urban areas, meadows, pastures, riparian woods and ruderal vegetation. Natural spruce woods, beech woods and coniferous plantations seem to be invaded just minimally. These occur in the north part. The most common alien species in the basin were evaluated the naturalized neophyte *Agrostis gigantea*, the invasive archeophyte *Cirsium arvense* and the invasive neophytes *Epilobium ciliatum* and *Impatiens parviflora*.

ABSTRAKT

Stupeň zatížení nepůvodními druhy rostlin se liší v závislosti na typu biotopu. Cílem této práce je vyhodnocení invadovanosti povodí Ploučnice v severních Čechách. Hodnoty invadovanosti byly kvantifikovány pro fytocenologické snímky z České národní fytocenologické databáze a pro segmenty břehové vegetace, které byly sledovány při vlastním terénním mapování. Zatížení nepůvodními druhy rostlin zobrazuje deset map, které byly vytvořeny na základě hodnocení míry invadovanosti jednotlivých biotopů v různých nadmořských výškách. Míra invadovanosti byla určena jako podíl nepůvodních druhů a jejich celková pokryvnost, dále byly tyto charakteristiky určeny pro archeofyty a neofyty zvlášť. Druhou možností kvantifikace zatížení bylo použití hodnot počtu invazních neofytů v břehové vegetaci. V každém biotopu byla sledována závislost mezi invadovaností a nadmořskou výškou. V případě signifikantního vztahu byla invadovanost v takovém biotopu odvozena podle vztahu k nadmořské výšce. Pokud se vztah neprojevil jako signifikantní, byla pro určení invadovanosti daného biotopu použita její střední hodnota. Jako nejvíce invadované oblasti v povodí byly určeny západní, severovýchodní a centrální část. Příčinou je výskyt nejvíce invadovaných biotopů jako urbanizovaná území, louky, pastviny, lužní lesy a ruderalní vegetace. Naopak smrčiny, bučiny a lesní kultury s nepůvodními druhy se zdají být invadovány jen minimálně. Ty se nacházejí v severní části území. Nejčastějšími nepůvodními druhy rostlin v povodí byly vyhodnoceny naturalizovaný neofyt ovsík vyvýšený (*Agrostis gigantea*), invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*) a invazní neofyty vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*) a netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*).

OBSAH

ABSTRACT	4
ABSTRAKT	5
OBSAH	6
SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM GRAFŮ	12
SEZNAM PŘÍLOH	14
1. ÚVOD	15
2. ROSTLINNÉ INVAZE	16
2.1 Základní terminologie	16
2.2 Proces invaze	18
2.3 Invazivnost druhů	19
2.4 Invadovanost a invazibilita společenstva	20
2.4.1 Invazibilita a invadovanost poříčních ekosystémů	22
2.5 Faktory ovlivňující proces invaze	25
2.5.1 Hypotézy	25
2.5.2 Obecně platné zákonitosti	28
2.6 Důsledky výskytu nepůvodních druhů	30
2.7 Výzkum invazních procesů	32
2.8 Nepůvodní druhy rostlin v Evropě	33
2.9 Nepůvodní druhy rostlin v České republice	37
3. CHARAKTERISTIKA POVODÍ PLOUČNICE	40
3.1 Úvod	40
3.2 Geologické poměry	41
3.3 Geomorfologické poměry	42
3.4 Klimatické poměry	43
3.5 Hydrografické a hydrologické poměry	44

3.6 Pedologické poměry	45
3.7 Biogeografické poměry	46
3.7.1 Charakteristika biotopů	49
3.8 Ochrana přírody	59
3.9 Socioekonomické poměry	60
4. METODIKA	62
4.1 Data fytocenologických snímků (nepůvodní druhy rostlin)	63
4.2 Data vlastního terénního mapování (invazní neofyty v břehové vegetaci)	63
5. VÝSLEDKY	65
5.1 Data fytocenologických snímků (nepůvodní druhy rostlin)	65
5.1.1 Invadovanost biotopů	65
5.1.2 Nepůvodní druhy rostlin v jednotlivých biotopech	70
5.1.3 Vztahy mezi charakteristikami fytocenologických snímků	74
5.1.4 Predikce invadovanosti	79
5.2 Data vlastního terénního mapování (invazní neofyty v břehové vegetaci)	98
5.2.1 Invadovanost biotopů	98
5.2.2 Invazní neofyty v jednotlivých biotopech	101
5.2.3 Vztahy mezi charakteristikami segmentů	102
5.2.4 Predikce invadovanosti	104
6. DISKUZE	113
6.1 Použitá data	113
6.2 Invadovanost biotopů	114
6.3 Nepůvodní druhy rostlin	116
6.4 Vztahy mezi charakteristikami sledovaných dat	118
6.5 Predikce invadovanosti	120
7. ZÁVĚR	122
POUŽITÉ ZDROJE	123
LITERATURA	123
INTERNET	128
MAPOVÉ ZDROJE	128

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Klasifikace nepůvodních druhů podle postavení v invazním procesu	17
Obr. č. 2: Vzájemná souvislost mezi překonanými bariérami a statuty rostlinných druhů.....	18
Obr. č. 3: Počet naturalizovaných druhů v nivách střední Evropy a Japonska podle typu invadované vegetace	24
Obr. č. 4: Závislost invazibility společenstva na spotřebě dostupných zdrojů.....	26
Obr. č. 5: Závislost mezi diverzitou původních a nepůvodních druhů ve společenstvu	27
Obr. č. 6: Počet zaznamenaných naturalizovaných nepůvodních druhů a odděleně jen počet naturalizovaných neofytů v jednotlivých regionech Evropy.....	35
Obr. č. 7: Vymezení povodí Ploučnice v rámci České republiky	40
Obr. č. 8: Geologické poměry povodí Ploučnice	41
Obr. č. 9: Výškové poměry povodí Ploučnice.....	42
Obr. č. 10: Hydrografie povodí Ploučnice	44
Obr. č. 11: Půdní typy v povodí Ploučnice	45
Obr. č. 12: Fytogeografické členění v povodí Ploučnice	46
Obr. č. 13: Potenciální přirozená vegetace v povodí Ploučnice.....	48
Obr. č. 14: Zmapované území v rámci povodí Ploučnice	49
Obr. č. 15: Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem (X) v povodí Ploučnice.....	51
Obr. č. 16: Lesy (L) v povodí Ploučnice	53
Obr. č. 17: Sekundární trávníky a vřesoviště (T) v povodí Ploučnice	55
Obr. č. 18: Plošné rozšíření biotopů rozdělených podle vztahu k soustavě Natura 2000.....	56
Obr. č. 19: Prioritní typy přírodních stanovišť podle soustavy Natura 2000 v povodí Ploučnice	58
Obr. č. 20: Ochrana přírody v povodí Ploučnice.....	59
Obr. č. 21: Socioekonomické poměry v povodí Ploučnice	60
Obr. č. 22: Hospodářské využití ploch (Corine 2006) v povodí Ploučnice.....	61
Obr. č. 23: Podíl počtu nepůvodních druhů v povodí Ploučnice.....	82
Obr. č. 24: Pokryvnost nepůvodních druhů v povodí Ploučnice.....	85
Obr. č. 25: Podíl počtu archeofytů v povodí Ploučnice	88
Obr. č. 26: Pokryvnost archeofytů v povodí Ploučnice.....	91
Obr. č. 27: Podíl počtu neofytů v povodí Ploučnice	94
Obr. č. 28: Pokryvnost neofytů v povodí Ploučnice.....	97

Obr. č. 29: Prostý index zatížení invazními neofyty v povodí Ploučnice	106
Obr. č. 30: Vážený index zatížení invazními neofyty v povodí Ploučnice	108
Obr. č. 31: Počet taxonů invazních neofytů v povodí Ploučnice	110
Obr. č. 32: Počet jedinců invazních neofytů v povodí Ploučnice.....	112

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Počet nepůvodních druhů rostlin v Evropě dle statutu v rámci invazního procesu .	34
Tab. č. 2: Vybrané evropské regiony s vysokým zatížením nepůvodními druhy rostlin	34
Tab. č. 3: Nejrozšířenější evropské nepůvodní druhy (zaznamenány ve více než 85 % z 49 sledovaných regionů)	36
Tab. č. 4: Počet nepůvodních druhů podle postavení v invazním procesu v České republice.	37
Tab. č. 5: Vybrané charakteristiky povodí Ploučnice	40
Tab. č. 6: Charakteristiky jednotlivých klimatických oblastí vyskytujících se v povodí Ploučnice	43
Tab. č. 7: Zastoupení mapovaných biotopů v povodí Ploučnice.....	50
Tab. č. 8: Plošně nejvíce zastoupené biotopy v povodí Ploučnice.....	50
Tab. č. 9: Rozloha jednotlivých kategorií	51
Tab. č. 10: Rozloha jednotlivých kategorií Lesů (L)	53
Tab. č. 11: Rozloha jednotlivých kategorií Sekundárních trávníků a vřesovišť (T)	55
Tab. č. 12: Rozloha biotopů rozdělených....	56
Tab. č. 13: Prioritní typy přírodních stanovišť podle soustavy Natura 2000 a jejich registrovaná rozloha v povodí Ploučnice	57
Tab. č. 14: Počet fytoocenologických snímků v jednotlivých biotopech.....	66
Tab. č. 15: Počet fytoocenologických snímků v biotopech bez nepůvodních druhů	67
Tab. č. 16: Zatížení fytoocenologických snímků invazními druhy rostlin.....	73
Tab. č. 17: Přehled vyhodnocených vztahů.....	78
Tab. č. 18: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a podílem počtu nepůvodních druhů v jednotlivých biotopech	80
Tab. č. 19: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a pokryvností nepůvodních druhů v jednotlivých biotopech	83
Tab. č. 20: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a podílem počtu archeofytů v jednotlivých biotopech	86
Tab. č. 21: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a pokryvností archeofytů v jednotlivých biotopech	89
Tab. č. 22: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a podílem počtu neofytů v jednotlivých biotopech	92

Tab. č. 23: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a pokryvností neofytů v jednotlivých biotopech	95
Tab. č. 24: Počet segmentů v jednotlivých biotopech.....	99
Tab. č. 25: Střední hodnoty charakteristik invadovanosti pro jednotlivé biotopy	99
Tab. č. 26: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a prostým indexem zatížení invazními neofyty v jednotlivých biotopech.....	105
Tab. č. 27: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a váženým indexem zatížení invazními neofyty v jednotlivých biotopech.....	107
Tab. č. 28: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a počtem taxonů invazních neofytů v jednotlivých biotopech	109
Tab. č. 29: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a počtem jedinců invazních neofytů v jednotlivých biotopech	111
Tab. č. 30: Srovnání invadovanosti jednotlivých biotopů mezi soubory fytocenologických snímků a segmentů břehové vegetace	115
Tab. č. 31: Srovnání počtu zaznamenaných výskytů vybraných invazních neofytů v rámci fytocenologických snímků a segmentů břehové vegetace	117

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Podíl nepůvodních druhů podle postavení v invazním procesu v České republice .	37
Graf č. 2: Primární oblasti nepůvodních druhů České republiky	38
Graf č. 3: Podíl nepůvodních druhů podle životní formy.....	39
Graf č. 4: Rozloha biotopů rozdělených podle vztahu k soustavě Natura 2000	56
Graf č. 5: Podíl počtu nepůvodních druhů, archeofytů a neofytů v jednotlivých biotopech ...	68
Graf č. 6: Pokryvnost nepůvodních druhů, archeofytů a neofytů v jednotlivých biotopech....	69
Graf č. 7: Vztah mezi pokryvností původních a nepůvodních druhů.....	74
Graf č. 8: Závislost mezi Shannon-Wienerovým indexem diverzity a podílem počtu neofytů	75
Graf č. 9: Závislost mezi nadmořskou výškou a pokryvností nepůvodních druhů	76
Graf č. 10: Závislost mezi rokem záznamu a podílem počtu nepůvodních druhů	76
Graf č. 11: Počet zaznamenaných snímků a podíl počtu druhů za jednotlivá období.....	77
Graf č. 12: Závislosti mezi nadmořskou výškou a podílem počtu nepůvodních druhů v jednotlivých biotopech	81
Graf č. 13: Závislosti mezi nadmořskou výškou a pokryvností nepůvodních druhů v jednotlivých biotopech	84
Graf č. 14: Závislosti mezi nadmořskou výškou a podílem počtu archeofytů v jednotlivých biotopech	87
Graf č. 15: Závislosti mezi nadmořskou výškou a pokryvností archeofytů v jednotlivých biotopech	90
Graf č. 16: Závislosti mezi nadmořskou výškou a podílem počtu neofytů v jednotlivých biotopech	93
Graf č. 17: Závislosti mezi nadmořskou výškou a pokryvností neofytů v jednotlivých biotopech	96
Graf č. 18: Parametry invadovanosti vzhledem ke střední hodnotě dat všech biotopů.....	100
Graf č. 19: Vztah mezi nadmořskou výškou a prostým indexem zatížení.....	102
Graf č. 20: Vztah mezi nadmořskou výškou a váženým indexem zatížení.....	102
Graf č. 21: Vztah mezi nadmořskou výškou a počtem taxonů.....	103
Graf č. 22: Vztah mezi nadmořskou výškou a skutečným počtem jedinců	103
Graf č. 23: Závislosti mezi nadmořskou výškou a prostým indexem zatížení invazními neofyty v jednotlivých biotopech	105

Graf č. 24: Závislosti mezi nadmořskou výškou a váženým indexem zatížení invazními neofyty v jednotlivých biotopech	107
Graf č. 25: Závislosti mezi nadmořskou výškou a počtem taxonů invazních neofytů v jednotlivých biotopech	109
Graf č. 26: Závislosti mezi nadmořskou výškou a počtem jedinců invazních neofytů v jednotlivých biotopech	111

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Geomorfologické členění reliéfu v povodí Ploučnice

Příloha č. 2: Vztahy mezi vybranými charakteristikami fytocenologických snímků

Příloha č. 3: Vztahy mezi Shannon-Wienerovým indexem diverzity a vybranými charakteristikami fytocenologických snímků

Příloha č. 4: Vztahy mezi Simpsonovým indexem diverzity a vybranými charakteristikami fytocenologických snímků

Příloha č. 5: Vztahy mezi nadmořskou výškou a vybranými charakteristikami fytocenologických snímků

Příloha č. 6: Vztahy mezi rokem záznamu a vybranými charakteristikami fytocenologických snímků

1. ÚVOD

Introdukce geograficky nepůvodních druhů rostlin je ekologickým problémem řešeným od 19. století. S postupným rostoucím počtem i rozsahem nepůvodních druhů rostlin a jejich dopadů dochází ke zvýšení intenzity i kvality jejich výzkumu, při kterém se uplatňují nové metody a technologie. Obor invazní ekologie se proto v posledních 20 letech výrazně rozvíjí. Dochází k výzkumu vlastností nepůvodních druhů i společenstev, která jsou jimi obsazována, a následně k definování nových poznatků, konceptů a hypotéz, vedoucích ke kvalitnějšímu porozumění invazního procesu. Nutná je analýza všech aspektů procesu zavlékání druhů, procesu naturalizace a následné invaze v dosaženém území s ohledem na vzájemné interakce s domácí biotou. Nutné je také přihlídnout k potenciálním rizikům, ale i výhodám výskytu nepůvodních druhů vzhledem k hodnotám lidské společnosti.

Znalosti o rozšíření nepůvodních druhů rostlin v krajině můžou vést k jejich efektivní kontrole a managementu. Chytrý et al. (2008b) ve své práci uvádí, že nejsilnějším určujícím faktorem invadovanosti je typ biotopu, doplněný nadmořskou výškou. Vzhledem k nižšímu vlivu přisunu diaspor (v podobě hustoty dopravních linií, zástavby, zemědělské činnosti, hustoty zalidnění, intenzity turistického ruchu apod.) lze invazibilitu společenstva hodnotit na základě její úzké spojitosti s reálnou mírou invadovanosti.

Tato práce se zabývá hodnocením invadovanosti biotopů, jehož výsledkem je předpověď teoretického zatížení nepůvodními druhy rostlin pro jednotlivé biotopy. Práce byla zpracována pro území povodí Ploučnice. Z dat fytoecologických snímků a záznamů invazních neofytů v břehové vegetaci jsou vytvořeny mapy povodí, které předpovídají možnou invadovanost dílčích částí území na základě prostorového rozložení biotopů.

Práce je rozdělena do sedmi hlavních kapitol. Druhá kapitola je založena na řešerši literatury, která se zabývá invazní problematikou. Uvedeny jsou terminologie, vybrané teorie a fakta, které vysvětlují invazní proces, i rozšíření nepůvodních druhů v Evropě a České republice. Kapitola č. 3 je věnována geografické charakteristice povodí Ploučnice. Následující část práce je zaměřena na hodnocení invadovanosti biotopů, přičemž metodika zpracování je uvedena v kapitole č. 4. Výsledky dílčích kroků provedených analýz jsou zařazeny v kapitole č. 5. Následná diskuze (kapitola č. 6) srovnává dosažené výsledky, a to mezi dvěma zde hodnocenými soubory dat a zároveň s výstupy jiných autorů. Stručně jsou výsledky této práce shrnuty v závěru (kapitola č. 7).

2. ROSTLINNÉ INVAZE

2.1 Základní terminologie

Terminologie, používaná v této práci, odpovídá pojetí Richardsona et al. (2000a), uváděná je též Pyškem et al. (2004). České ekvivalenty vycházejí z práce Pyška et al. (2008).

Druhy, které se v určitém regionu vyskytovaly ještě před začátkem neolitu, ale již po posledním zalednění nebo se do dané oblasti rozšířily přirozenou cestou bez zásahů člověka¹ ze své původní oblasti, jsou nazývány jako **druhy původní** (*native plants*, *indigenous p.*). **Nepůvodní druhy rostlin** (*alien plants*)² se na určitém území (v rámci této práce jde o území České republiky) vyskytují v důsledku činnosti člověka³, popř. se na dané území rozšířily přirozeně z jiné nepůvodní oblasti svého výskytu. Jedná se tedy o geograficky nepůvodní druhy. Stanovištně nepůvodními druhy se práce nezabývá.

Nepůvodní druh se do nové oblasti dostává na základě **introdukce** (*introduction*) neboli zavlečení prostřednictvím člověka. K introdukci může dojít záměrně (zemědělské plodiny, okrasné rostliny, léčivé rostliny apod.) či náhodou (příměsy osiva, zemědělských komodit, materiálů nebo v souvislosti s dopravou člověka). Podle období zavlečení jsou rostlinné druhy rozdělovány na archeofyty a neofyty. **Archeofyty** (*archeophytes*) jsou rostliny zavlečené do konce středověku. **Neofyty** (*neophytes*) označují rostliny, které byly zavlečeny po objevení Ameriky roku 1492 (pro tyto účely zpravidla zaokrouhleno na rok 1500). Skupina neofytů vytváří tzv. **neobiotu** (*neobiota*). Termíny archeofyt a neofyt jsou používány jen v evropském kontextu. Carlton (1996) dále uvádí pojem **kryptogenní druh** (*cryptogenic species*), u kterého není jisté, zda je původní či zavlečený.

Invaze (*invasion*) označuje proces šíření nepůvodního druhu, který zahrnuje různá stadia. Podle postavení v invazním procesu se druhy dělí do následujících kategorií, graficky zobrazených na obr. č. 1. Jestliže se zavlečenému druhu v novém prostředí daří přežít, ale nedokáže sám vytvářet reprodukcující se populace, rozmnožuje se na základě přísunu diaspor v důsledku lidské činnosti, patří tento druh do kategorie **přechodně zavlečených druhů**

¹ Šíření organismů, vyvolané přírodními jevy, je označováno jako migrace.

² Také zavlečené, introdukované, exotické, adventivní (*exotic plants*, *introduced p.*, *non-native p.*, *non-indigenous p.*)

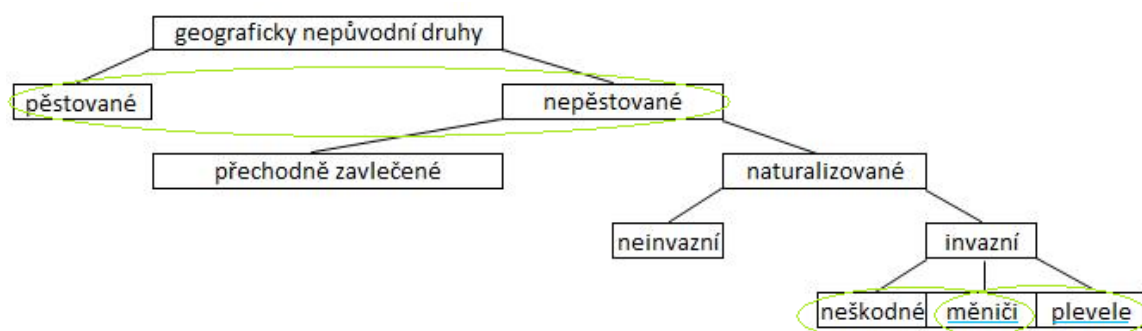
³ Rozšířil-li člověk druh ještě před začátkem neolitu (u nás před 7-8 tisíci lety), kdy byl přirozenou součástí přírody jako ostatní velcí savci, o druh nepůvodní se nejedná.

(*casual alien plants*)⁴. Reprodukuje-li se zavlečený druh nezávisle na člověku, stává se **druhem naturalizovaným** (*naturalized plants*). Z této skupiny se vyčleňují **druhy invazní** (*invasive plants*), schopné intenzivní reprodukce a šíření na velké vzdálenosti od mateřské populace⁵, pronikání na narušená i přirozená stanoviště a vytlačování domácích druhů. Richardson et al. (2000a) vymezuje fázi invaze kvantitativně, za kritérium exponenciální fáze invaze považuje hranici rozšíření dále než 100 m za méně než 50 let v případě šíření semeny nebo vegetativními propagulemi (úlomky kořenů, oddenků, lodyh) a více než 6 m za méně než 3 roky při vegetativním rozrůstání.

Podle Mlíkovského (2006) je potřeba rozlišovat výrazy invazní a invazivní. Zatímco invazní druh je takový, který se rychle šíří, výraz invazivní označuje druh, který se rychle šíří a zároveň škodí. Richardson et al. (2000a) navrhuje používat termín *invasive* (invazní) bez ohledu na environmentální či ekonomické důsledky. Rostlinné druhy, jež negativně působí na zájmy člověka, označuje jako plevely (*weeds*). Tyto plevely a stejně působící živočichy souhrnně nazývá jako problémové druhy (*pest species*), přičemž tyto pojmy můžou být používány i pro druhy původní. V rámci invazních druhů se odhaduje 50-80% podíl plevelů či škůdců. Invazní druhy, které mění charakter a podmínky prostředí, využívají většinu daných zdrojů a výrazně narušují původní biodiverzitu, nazývá Richardson et al. (2000a) *transformer species* a udává jejich 10% podíl v rámci invazních druhů rostlin. Ostatní neškodné invazní druhy jsou nazývány *benign invaders*. Druhy, u kterých již proběhla invazní fáze, areál a početnost jejich populací se dále nezvětšuje, nazývá Pyšek, Sádlo, Mandák (2002) jako **druhy postinvazní** (*post-invasive plants*).

Obr. č. 1: Klasifikace nepůvodních druhů podle postavení v invazním procesu

Zeleně označené termíny se navzájem nevylučují (druh může být pěstován a zároveň zplanět), modře označené termíny platí i pro druhy původní.



Zdroj: upraveno podle Pyška et al. (2004)

⁴ Podle Mlíkovského (2006) aklimatizované druhy.

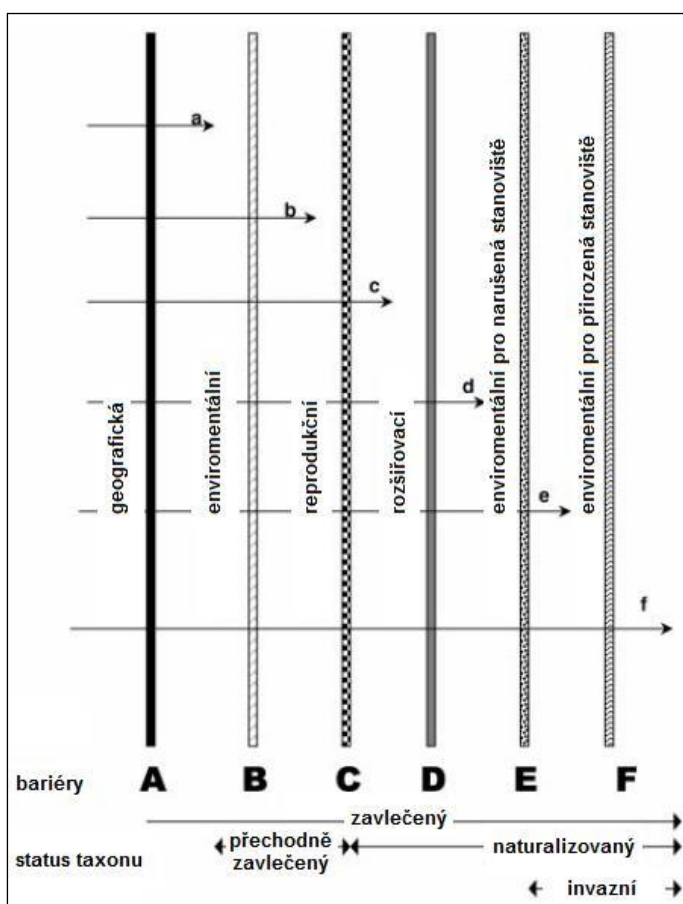
⁵ Podobné chování u domácích druhů rostlin se nazývá expanze.

2.2 Proces invaze

Richardson et al. (2000a) definuje invazní proces jako postupné překonávání bariér, představovaných podmínkami různého charakteru, které šíření druhů omezují. Obr. č. 2 zobrazuje jednotlivé fáze tohoto procesu podle překonaných bariér. Jako hlavní bariéry jsou uváděny:

Obr. č. 2: Vzájemná souvislost mezi překonanými bariérami a statuty rostlinných druhů

- (1) Geografické – pohoří, oceán, klimatická pásma apod. (vzdálenost řádově stovky km)
- (2) Enviromentální – klimatické, půdní, konkurenční aj. podmínky v místě introdukce
- (3) Reprodukční – absence partnera k reprodukci, nedostatečně dlouhá vegetační sezóna apod.
- (4) Rozšiřovací – absence vhodného vektoru k šíření diaspor
- (5) Environmentální pro narušená stanoviště – neschopnost obsazovat člověkem narušená stanoviště
- (6) Environmentální pro přirozená stanoviště – neschopnost začlenění do přirozené vegetace



Zdroj: zpracováno podle Richardsona et al. (2000a)

Pro odhad podílu zavlečených druhů, které překonají jednotlivé bariéry, bylo navrženo **Pravidlo desetiny** (původně podle Williamsona a Browna (1986) *Tens rule*). Na základě tohoto pravidla se předpovídá, že 10 % introdukovaných druhů dosáhne charakteru přechodně zavlečených, z nich 10 % dosáhne fáze naturalizace a jen 10 % z naturalizovaných druhů se stane invazními. Přesněji byl daný podíl určen v rozmezí 5-20 %. Pravidlo bylo získáno na základě výzkumu pouze evropských rostlinných dat, ale zákonitost vzácnosti invazních

druhů vzhledem k celkovému počtu zavlečených se uplatňuje mezi ostatními regiony a platí u rostlinných i živočišných druhů (Richardson, Pyšek 2006).

V případě přechodu mezi fázemi přechodného zavlečení a naturalizace lze pravidlo desetiny vysvětlit na základě vlivu **doby od zavlečení** (*residence time*). Druhy potřebují k úspěšné naturalizaci určitý čas, po který se adaptují na nové podmínky v novém prostředí. Pravděpodobnost invaze se zvyšuje s rostoucím časem od zavlečení. Podle Rejmánka (2000)⁶ cit. in Pyšek, Jarošík (2005) byl navrhnut termín *The minimum residence time* (MRT), který z důvodu častých nejasností ohledně prvního zavlečení druhu využívá nejstarší záznam. MRT neovlivňuje jen status zavlečeného druhu v invazním procesu, ale také míru a frekvenci rozšíření, se kterými je hodnota MRT pozitivně korelována. Podle Pyška a Jarošíka (2005) je MRT jedním z rozhodujících faktorů invazivnosti druhu. Vzhledem k těmto zákonitostem se dá předpokládat dopad již dříve introdukovaných druhů až v budoucnosti, pro tento jev uvádí Essl et al. (2010) termín **invazní dluh** (*invasion debt*). Takové naturalizované druhy, které ještě nedosáhly svého invazního potenciálu, nazývá Groves (1999) jako *sleeper weeds*.

2.3 Invazivnost druhů

Soubor vlastností a schopností nepůvodních druhů umožňující jejich naturalizaci v novém prostředí se označuje jako **invazivnost** (*invasiveness*).

Invazní potenciál bývá dosažen vysokou plodností a výbornou klíčivostí semen či složitým rychle se rozšiřujícím oddenkovým systémem nebo jejich kombinací, rychlým růstem, vysokou produkcí biomasy či odolností vůči nepříznivým podmínkám. Díky těmto charakteristikám, popř. dalším speciálním vlastnostem⁷ jsou invazní rostliny velmi konkurenčně zdatné a schopné potlačit domácí flóru (Pyšek, Tichý 2001).

Crawley, Harvey a Purvis (1996) ve své práci srovnávají vlastnosti původních a nepůvodních druhů rostlin, následně uvádějí pro introdukované druhy vyšší vzrůst, větší velikost semen, delší schopnost dormance semen (více než 20 let), tzn. dlouhá životnost semenné banky, kvetení dříve či později než domácí druhy a častější opylení hmyzem, zatímco původní flóra je častěji opylována větrem. Druhy jsou podle této studie silnější K-stratégové nebo silnější r-stratégové. Moravcová et al. (2010) udává jako vlastnosti invazních druhů oproti

⁶ REJMÁNEK, M. (2000): Invasive plants: approaches and predictions. In: Austral Ecology, 25, s. 497-506.

⁷ Příkladem může být vyšší atraktivita květů (barva, vůně) netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*) pro hmyz.

naturalizovaným neinvazním kulatější propagule, vyšší plodnost (vyšší produkce na úrovni populace i na rostlinu), menší podíl semenáčků, vzcházejících na podzim (tzn. vzcházení semenáčků na jaře dalšího roku) a vyšší přizpůsobení šíření větrem. V některých případech se také projeví další vlastnosti: menší hmotnost propagulí, schopnost delšího plavání. Rejmánek a Richardson (1996) vyhodnotili jako nejvýznamnější charakteristiku invazního chování u rodu *Pinus* krátké juvenilní stadium, krátkou periodu mezi semennými roky a malou velikost semen. Tyto vlastnosti jsou příčinou rychlé reprodukce a rychlého populačního růstu, jedná se tedy o r-strategie.

2.4 Invadovanost a invazibilita společenstva

Invadované rostlinné společenstvo nebo region lze charakterizovat dvěma úzce souvisejícími, zároveň ale nezaměnitelnými veličinami:

Invadovanost (*level of invasion*) = míra invaze, množství nepůvodních druhů v regionu, biotopu či společenstvu

Invazibilita (*invasibility*) = náchylnost k invazi, kapacita společenstva k přijmutí nových druhů; opakem je **odolnost** (*resistance*) neboli rezistence společenstva vůči invazím

Invadovanost lze lehce určit pozorováním jako počet nepůvodních druhů nebo jejich podíl z celkové flóry. Invazibilita se dá určit na základě analýzy procesů imigrace a extinkce. Vzájemný vztah daných vlastností společenstva vystihuje Lonsdale (1999), jenž určuje invadovanost podle jednoduché rovnice jako:

$$E = I \cdot S,$$

kde E = počet nepůvodních druhů na dané lokalitě, I = počet druhů, které se na lokalitu rozšířily, S = schopnost přežití nových druhů, ovlivněna vlastnostmi společenstva neboli míra invazibility společenstva.

Počet nepůvodních druhů, které se na lokalitu dostaly, lze vyjádřit jako:

$$I = I_a + I_i,$$

kde I_a = počet náhodně zavlečených druhů a I_i = počet záměrně zavlečených druhů.

Invazibilita je dána kombinací faktorů, které musí být pro úspěšnou invazi druhem překonány. Schopnost přežití zavlečeného druhu vyjadřuje součin odolností vůči těmto faktorům:

$$S = S_v \cdot S_h \cdot S_c \cdot S_m,$$

kde S_v = podíl druhů, které přežijí v kompetici s domácími druhy, S_h = podíl druhů, které přežijí vliv herbivorů a patogenů, S_c = podíl druhů, které přežijí náhodné nepříznivé vlivy, např. klimatické extrémny, S_m = podíl druhů, které přežijí mechanismy přizpůsobení danému společenstvu.

Invadovanost je tedy dána invazibilitou a výrazně ovlivněná **přísunem diaspor** (*propagule pressure*). Jestliže je systém dostatečně invazibilní, tedy málo rezistentní, je zapotřebí jen malá intenzita přísunu diaspor k etablování nového druhu a rychlost invaze je vysoká. Vysokou rezistenci lze překonat vysokou mírou přísunu diaspor, popř. musí nepůvodní druh změnit rezistenci daného systému.

Na velkých plochách se přísun diaspor velmi těžko měří. Autoři studií pro tuto charakteristiku používají např. počet návštěvníků lokality, hustotu zalidnění, velikost lidské populace, objem obchodu a turismu, rozsah a hustotu dopravy nebo míru ekonomické činnosti aj. (Richardson, Pyšek 2006). Např. Pyšek et al. 2010 udává jako hlavní ovlivňující ekonomické faktory hrubý domácí produkt a hustotu zalidnění, Lambdon et al. (2008) připojuje ještě hustotu silniční sítě. Essl et al. (2010) však dokládá, že významnější roli vzhledem k rozšíření nepůvodních druhů hraje ekonomická úroveň z roku 1900 než současná. Tento fakt úzce souvisí s teorií doby od zavlečení a je vysvětlován jako invazní dluh (blíže viz s. 19).

Nejvyšší invazibilita se projevuje u společenstev často nebo silně narušovaných. Disturbance totiž způsobuje přechodný přebytek volných zdrojů, které nejsou dále využívány nebo limitovány vegetací, jež je narušena (blíže viz teorie fluktuace dostupnosti zdrojů, s. 26). Disturbance jsou způsobovány člověkem, např. orbou, sečí, kácením, použitím herbicidů, nebo přírodními jevy, např. vlnobitím, silou vodního proudu apod., popř. kombinací jejich vlivů, např. sešlapem, pastvou apod. (Chytrý, Pyšek 2008).

Nejvíce invazibilní společenstva jsou ta, u kterých dochází ke kombinaci disturbancí a vysoké intenzity přísunu zdrojů (Davis et al. 2000), což odpovídá faktu, že na invadovanosti se více podílí činnost člověka než geografické faktory (Pyšek et al. 2010). Jako nejméně invazibilní společenstva lze určit ta, u nichž dochází k disturbancím s malou intenzitou a frekvencí a zároveň jsou limitována nedostatkem některého zdroje.

Podle výzkumů Chytrého (2005, 2008a, 2008b) se ukazuje nejvyšší invazibilita u plevelové vegetace polních kultur, kde dochází k častým a silným disturbancím a dotace živin jsou časté a silné. Dále se vysoká invazibilita projevuje u jednoleté ruderalní vegetace, sešlapávané

vegetace a vytrvalé ruderalní vegetace s častými disturbancemi a velkou dotací živin. Vysokou invazibilitu mají i listnaté lesní kultury, kam se ale šíří převážně jen neofyty. Nízkou invazibilitou jsou charakteristické slané rákosiny, suché trávníky, lesní lemy, mezofilní louky a pastviny, trávníky slanisk a opadavé lesy, kde dochází k disturbancím občas či zřídka a dostupnost živin je převážně vyrovnaná (malá, střední nebo velká). Z hlediska invazibility pouze vůči archeofytům patří do skupiny málo invazibilních i vlhké louky a bazická slatiniště. Dále se malá invazibilita předpokládá u subalpínských křovin, subalpínské vysokobylinné vegetace, vřesovišť, alpínských trávníků, vrchovišť, jehličnatých lesů a kyselých slatinišť (vzhledem k archeofytům i neofytům), u tekoucích a stojatých vod a smíšených lesů (vzhledem k archeofytům) a u jehličnatých lesních kultur (vzhledem k neofytům).

Prach, Pyšek (1997) uvádějí jako nejčastěji místa výskytu invazních rostlin sídla. Pyšek (1998) charakterizuje vegetaci sídel na základě mapování 54 evropských měst. Z výzkumu vyplývá, že introdukované rostliny se na vegetaci sídel podílejí průměrně 40 % (neofyty 25 %, archeofyty 15 %). Tento podíl je závislý na velikosti⁸, zeměpisné šířce a klimatických poměrech daného města. Pyšek (1998) dále uvádí, že podíl zavlečených druhů na vegetaci menších českých obcí venkovského charakteru se snižuje s rostoucí vzdáleností většího města (nad 100 000 obyvatel).

2.4.1 Invazibilita a invadovanost poříčních ekosystémů

Břehy vodních toků a nivy představují ekologicky specifické prostředí, vyznačující se vysokou diverzitou rostlinných druhů. Vlivem pravidelných disturbancí nejčastěji v podobě zaplavení dochází k oslabení schopnosti kompetice jednotlivých druhů a k návratu k raným sukcesním stádiím. Tím je zapříčiněna vysoká diverzita pobřežních společenstev, podporována dále schopností vodního toku transportovat diaspory a dobrou dostupností vody a živin (Hood, Naiman 2000). Takové podmínky jsou vhodné zároveň pro uchycení nepůvodních druhů, jejichž problematikou se v tomto dynamickém prostředí zabývají např. Naiman, Décamps (1997), Prach, Pyšek (1997), Hood, Naiman (2000), Richardson et al. (2007), Matějček (2009) aj. Hood a Naiman (2000) shrnují příčiny relativně vysoké invazibility poříčních ekosystémů do tří bodů: (1) vhodný rozšiřovací činitel diaspor v podobě vodního toku, (2) možnost uchycení a zakládání populací v ekosystémech s omezenou

⁸ Např. v Brně (344 000 ob.) je podíl zavlečených druhů 56%, zatímco v Horažďovicích (6000 ob.) jen 25%.

konkurenceschopností povodněmi disturbovaných druhů, (3) možnost růstu a reprodukce díky dostupnosti vody a živin.

Richardson et al. (2007) uvádí důsledky povodně jako poničení rostliny, její vytržení s kořeny, zaplavení území, což vede k omezení růstu či úmrtí rostliny. Může dojít k odstranění části břehu, tedy i rostlin, nebo naopak k uložení sedimentů, které tak představují nový prostor ke kolonizaci. Hydrochorie umožňuje rychlé osídlení nově vzniknutých prostorů, či míst, kde došlo k redukci vegetace. Dochází také k přísunu zdrojů, které nespotřebuje narušená původní vegetace, a omezení zastínění. Příležitost pro rozšíření druhu je tedy především po povodni, což dokládá také Rydlo (1999) uvádějící, že netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) se ještě roku 1992 na březích Berounky (až na jednu výjimečnou lokalitu na dolním toku v Praze) vůbec nevyskytovala, významně se rozšířila právě vlivem povodní, jež proběhly v letech 1995 a 1996.

Rostliny pobřežních společenstev jsou závislé na hladině podzemní vody. K narušení vegetace proto může dojít i v opačném případě než je povodeň, a to je sucho, kdy hladina podzemní vody klesne (Richardson et al. 2007).

Podle Müllera, Okudy (1998) může také omezení přirozeného povodňového režimu, způsobeného např. vybudováním přehrady, vést k rozšíření nepůvodních druhů. Tak např. při alpských vodních tocích vymizely porosty původních na povodně adaptovaných křovinných vrb a rozšířily se nepůvodní ruderalní druhy.

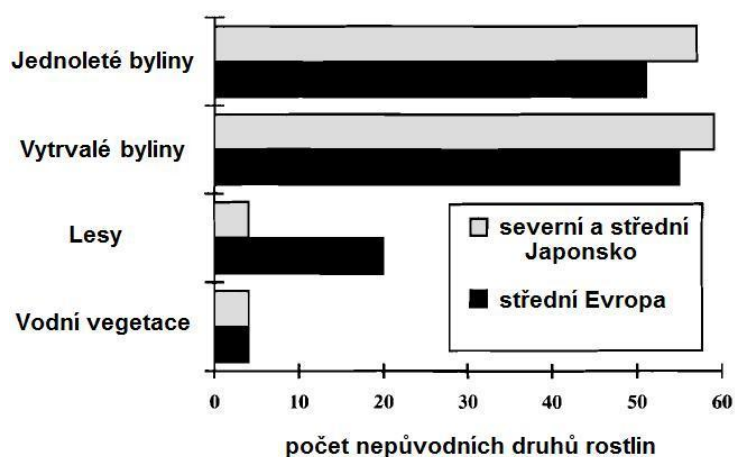
Resilience je schopnost ekosystému vrátit se po disturbanci do původního stavu. Lze tím myslet původní (1) strukturu ekosystému nebo (2) jeho funkci. Vliv nepůvodních druhů je podle tohoto pohledu rozdílný. (1) Jestliže dojde po disturbanci ke kolonizaci nepůvodními druhy, resilience je tímto snížena, struktura ekosystému se nevrací do původního stavu. (2) Resilience je nepůvodními druhy podpořena např. v případě změny podmínek, které původní vegetace není schopna tolerovat, uchytí se více tolerantní nepůvodní druhy a tím je funkce ekosystému zachována (Richardson et al. 2007).

Hood a Naimann (2000) srovnávají invadovanost říční nivy a jejího vnějšího okraje. Ve své práci uvádějí snižující se invadovanost směrem od vodního toku. V častěji zaplavované říční nivě je počet nepůvodních druhů rostlin průměrně 3,1x vyšší než na jejím okraji, který je více stabilní a méně vodním proudem narušovaný. Pro okraj nivy uvádějí 5-11% podíl nepůvodních druhů, v samotné nivě je to 20-30 %. Zatímco u vegetace nivního lemu se

projevuje negativní závislost mezi diverzitou a podílem nepůvodních druhů, v nivě se tento vztah neprokázal. Lze tedy konstatovat, že v případě pobřežních ekosystémů hrají v rámci invazibility důležitější roli disturbance než odolnost společenstev daná jejich vysokou diverzitou.

Podle Müllera, Okudy (1998) se ve střední Evropě i Japonsku nejvíce nepůvodních druhů v nivách vyskytuje v bylinné vegetaci (obr. č. 3), která je k povodňovým disturbancím nejvíce citlivá. Ve středoevropských nivách bylo zaznamenáno 51 naturalizovaných druhů v jednoleté vegetaci, ze kterých jsou nejčastější euroasijský merlík fíkolistý (*Chenopodium ficifolium*) a americké druhy rodu laskavec (*Amaranthus* spp.) (Lohmeyer, Sukopp 1992).

Obr. č. 3: Počet naturalizovaných druhů v nivách střední Evropy a Japonska podle typu invadované vegetace



Zdroj: upraveno podle Müllera, Okudy (1998)

Ve středoevropské nivní vegetaci vytrvalých bylin a trav bylo zaznamenáno 54 naturalizovaných druhů (Müller, Okuda 1998). Nejhojněji jsou zastoupeny severoamerické druhy slunečnice hlíznatá (*Helianthus tuberosus*), zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*), z. kanadský (*S. canadensis*), třapatka dřipatá (*Rudbeckia laciniata*), turanka kanadská (*Conyza canadensis*), hvězdnice kopinatá (*A. lanceolatus*), evropský potomek původně severoamerických rodičů hvězdnice vrbovitá (*Aster x salignus*), asijská křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*), evropský archeofyt ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), dále jednoleté druhy evropská brukev černá (*Brassica nigra*) a asijská netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) (Lohmeyer, Sukopp 1992).

V lesních porostech středoevropských říčních niv bylo sledováno 20 naturalizovaných druhů, nejhojněji čínská komule Davidova (*Buddleia davidii*) a severoamerické druhy javor

jasanolistý (*Acer negundo*) a trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*). Netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*) a n. žláznatá (*I. glandulifera*) jsou nejčastějšími druhy bylinného patra těchto lužních lesů (Müller, Okuda 1998).

Ve středoevropském vodním prostředí byly zaznamenány 4 naturalizované druhy, nejčastějším je severoamerický vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*) (Müller, Okuda 1998).

Některé druhy způsobují největší škody právě při obsazení břehů vodních toků. Problémem, především u křídlatek (*Reynoutria* spp.), bývá podpora eroze říčních břehů. Svým mohutným oddenkovým systémem jsou křídlatky významnými konkurenty a vytlačují travní drn i porosty vrb, které přirozeně zpevňují břehy. Oddenky křídlatky jsou velmi křehké, což souvisí s jejím vegetativním rozmnožováním. I velmi malé odlomené části rostliny, které odnáší proud, jsou schopné zakořenit. Díky této strategii narušuje kořenový systém břehy. Následně dochází k zanášení toků a snižování jejich hloubky, což souvisí s častějším rozlivem do okolí. Masa splavených křídlatek (*Reynoutria* spp.) navíc může bránit průtoku (Křivánek 2004).

2.5 Faktory ovlivňující proces invaze

2.5.1 Hypotézy

Proces invaze probíhá na základě interakce mnoha faktorů, kterými jsou charakteristika zavlečených druhů a vlastnosti invadovaného společenstva, jež představují podmínky prostředí, vlastnosti původních organismů a dopady lidské činnosti. Nedílnou, avšak neměřitelnou součástí invazního procesu je náhoda (Pyšek, Sádlo 2004c). Byly navrženy různé teorie, vysvětlující úspěšnost či neúspěšnost nepůvodních druhů při invazním procesu, vybrané z nich jsou uvedeny dále.

De Candolle (1855)⁹ cit. in Richardson, Pyšek (2006) ve svém díle uvádí teorii, která říká, že nepůvodní druhy se lépe naturalizují v oblastech bez výskytu příbuzných druhů. Darwin (1859)¹⁰ cit. in Richardson, Pyšek (2006) tuto teorii potvrzuje a vzniká tak tzv. **Darwinova naturalizační hypotéza** (*DNH - Darwin's Naturalization Hypothesis*), která předpokládá, že nároky nepřibuzných druhů jsou jiné, proto kompetice mezi druhy není silná a nepůvodní

⁹ DE CANDOLLE, A. P. (1855): Géographie botanique raisonnée. Volume 2, V. Paris, Masson.

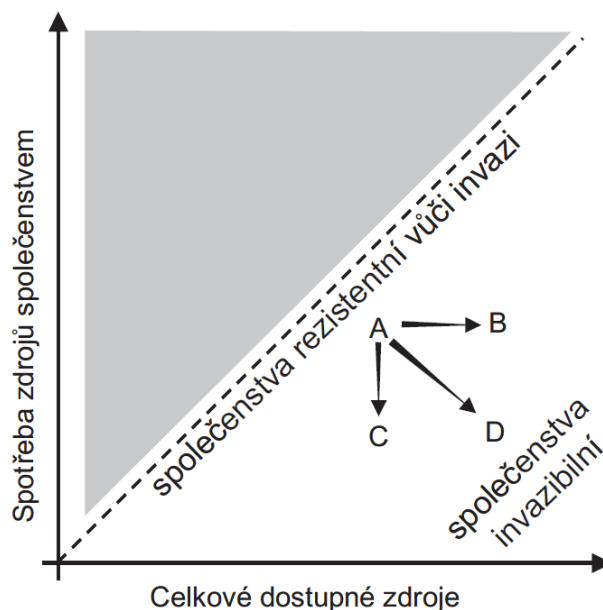
¹⁰ DARWIN, C. (1859): On the origin of species. London, Murray.

druhy se snáze uchytí. Rejmánek (1996) tuto hypotézu svým výzkumem původně evropských druhů naturalizovaných v Kalifornii potvrzuje. Naopak práce Daehlera (2001) teorii nepotvrzuje, u několika studovaných druhů přítomnost příbuzného druhu nepůvodního druhu prospívá, díky některým společným preadaptacím k danému prostředí. Daehler (2001) tento rozpor výsledků vysvětluje rozdílností mezi taxony nebo regiony, popř. odlišnostmi v zákonitostech na ostrovech, kde byly provedeny právě ty studie, které DNH nepotvrdily.

Teorie fluktuace dostupnosti zdrojů (*Theory of Fluctuating Resources Availability*) podle Davise et al. (2000) kombinuje faktory klíčové pro úspěšnost invaze, kterými jsou míra disturbance, dostupnost zdrojů, schopnost kompetice a přísun diaspor. Teorie předpokládá, že invadující druhy musí mít přístup k dostupným zdrojům (např. světlo, živiny, voda) a že invadující druh je v invazi úspěšnější, jestliže o zdroje nemusí s domácími druhy bojovat. Jsou-li do společenstva dodávány zdroje (hnojení a zavlažování, přísun živin vodním proudem při povodni nebo obohacení půdy dusíkem z atmosférického spadu apod.), které původní vegetace není schopna rychle využít, nebo je sníženo čerpání zdrojů např. vlivem disturbance, je tak podporována vyšší invazibilita společenstva (obr. č. 4). Je evidováno, že kolísavost dostupnosti zdrojů zvyšuje náchylnost společenstva k invazím, jestliže se objeví současně s dostatečným přísunem diaspor (Davis et al. 2000).

Obr. č. 4: Závislost invazibility společenstva na spotřebě dostupných zdrojů

Společenstva využívající většinu dostupných zdrojů jsou vůči invazi rezistentní, příklad takového společenstva je uveden písmenem A. Dojde-li k náhlému zvýšení dostupných zdrojů a původní druhy nezvýší jejich spotřebu, zvýší se invazibilita společenstva, které je znázorněno písmenem B. Písmeno C představuje společenstvo, kde došlo ke snížení spotřeby zdrojů (např. vlivem disturbance). Pokud se vyskytne kombinace předchozích změn charakteristik společenstva, jeho invazibilita se zvýší nejvíce, jak znázorňuje písmeno D.



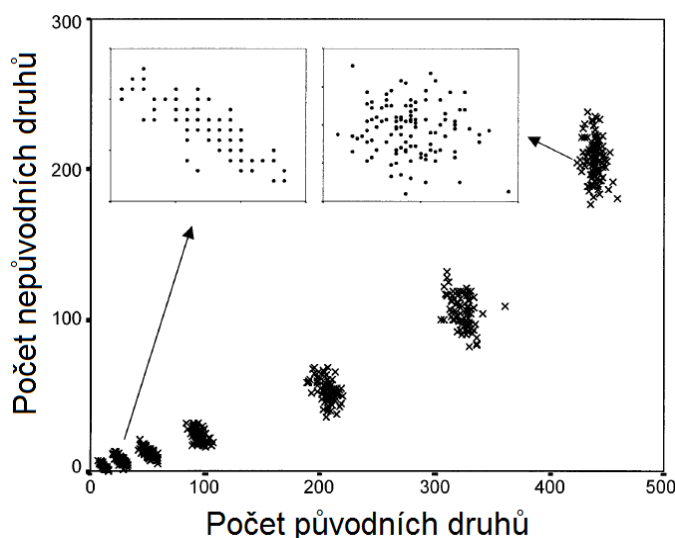
Zdroj: Chytrý, Pyšek (2008) podle Davise et al. (2000)

Hypotézu biotické odolnosti (*Biotic Resistance Hypothesis*) zmiňuje již Elton (1958)¹¹ cit. in Chytrý, Pyšek (2008), který předpovídá negativní vztah mezi diverzitou původních druhů společenstva a jeho invazibilitou, k čemuž ho vedou poznatky o vyšší invadovanosti ostrovů. Eltonova hypotéza je vysvětlena na základě volných nik, které jsou v druhově chudém společenstvu k dispozici, naopak vyšší diverzita společenstva vede k velké diferenciaci nik, čímž jsou zdroje značně limitovány.

Pozdější studie prokázaly opačný vztah mezi diverzitou a invazibilitou společenstva (např. Lonsdale 1999). Jedním z vysvětlení tohoto rozporu je prostorové měřítko studovaných dat. Na malých homogenních plochách se ukazuje, že vztah mezi počtem původních a nepůvodních druhů je dán především interakcemi mezi organismy, zatímco s rostoucím měřítkem se projevuje pozitivní vztah, vysvětlovaný heterogenitou stanovišť, větší různorodost ekosystémů umožňuje uchycení více druhů domácí i zavlečené flóry. Tento fakt je vysvětlován **teorií biotické akceptance** (*Theory of Biotic Acceptance*, Stohlgren et al. 2006), jež uvádí, že druhově bohatá společenstva přijímají více nových druhů. Negativní závislost se projevuje podle Herbena et al. (2004) u studií provedených na plochách do 30 m², na větších plochách se prokazuje pozitivní vztah (obr. č. 5). Je nutné podotknout, že studovaný vztah je ovlivňován řadou dalších faktorů (disturbance, zdroje, klima, přísun diaspor, herbivorie aj.), které jednoznačnost mezi vztahem diverzity a invazibility znemožňují.

Obr. č. 5: Závislost mezi diverzitou původních a nepůvodních druhů ve společenstvu

Jednotlivé shluky bodů představují společenstva, u nichž zleva doprava roste počet jedinců, který lze charakterizovat také velikostí plochy. Na malých plochách (1. shluk zleva) se vyskytuje málo druhů a počet nepůvodních druhů klesá s rostoucím počtem původních druhů. Se zvětšující se plochou společenstev je tato negativní závislost stále slabší.



Zdroj: upraveno podle Herbena et al. (2004)

¹¹ ELTON, C. S. (1958): The ecology of invasions by animals and plants. Methuen, London.

Podle Richardsons et al. (2000b) často závisí úspěch invazního druhu na druzích (domácích i nepůvodních) v daném společenstvu/regionu se vyskytujících. Přítomnost nepůvodního druhu je podle Richardsons et al. (2000b) pozitivním jevem pro invazi dalšího druhu. Simberloff a Von Holle (1999) označují jev, kdy vznikají nové ekosystémy postupným doplňováním nepůvodních druhů do původního společenstva jako *invasional meltdown*. Dochází k synenergetickému efektu dopadů výskytu nepůvodních druhů, které urychlují invazi a zesilují vliv na původní společenstva. Daná teorie je úzce spojená s konceptem *ecosystem engineers* (Jones, Lawton, Shachak 1994), což jsou organismy, které ovlivňují dostupnost zdrojů, přímo nebo nepřímo, změnou biotických nebo abiotických charakteristik ekosystému. Podle Richardsons et al. (2000a) se jedná o tzv. *transformers*. Tyto druhy řídí *invasional meltdown*, mění podmínky prostředí, kde se další nepůvodní druhy lépe uchytí.

Evoluce větší konkurenční schopnosti (*EICA - Evolution of Increased Competitive Ability*) předpovídá, pokud je druh introdukovaný do prostředí bez jeho běžných nepřátel (herbivorů, patogenů), kterým se nemusí bránit, využívá ušetřenou energii k růstu a reprodukci (Richardson, Pyšek 2006).

2.5.2 Obecně platné zákonitosti

Podle mnohých studií jsou prokázány zákonitosti v invadovanosti na makroregionální úrovni, které byly zobecněny, a souhrnně je předkládají Chytrý, Pyšek (2008).

Ostrovy jsou invadovány více než pevnina

Větší zatížení nepůvodními druhy u ostrovů lze vysvětlit teorií volných nik. Jak říká teorie ostrovní biogeografie, ostrovy mají méně druhů než části pevniny se stejným rozsahem i podmínkami prostředí. Díky absenci některých druhů na ostrově zde zůstávají volné zdroje, které jsou zavlečené druhy často schopny využívat, a tak se na ostrově uchytit. Předchozí teorii doplňuje fakt slabé konkurenceschopnosti domácích druhů vůči zavlečeným. Příčinou je izolovaná evoluce ostrovních flór, které se vyvíjely bez kontaktu s takto dominantními druhy a nejsou proto na tuto konkurenci adaptovány. Větší izolovanost ostrovů předpokládá větší invazibilitu. Lonsdale (1999) ve své studii uvádí 43% podíl nepůvodních druhů ve flórách sledovaných oceánských ostrovů, zatímco hodnoty jednotlivých kontinentů jsou nižší než 20 %, jen Velká Británie prokazuje podíl nepůvodních druhů hodnotou 31 %. Stejně tak Lambdon et al. (2008) uvádí Velkou Británii jako evropský region zatížený největším počtem

naturalizovaných druhů, mezi dalších pět nejvíce invadovaných regionů patří ostrovy Azory a Madeira (blíže viz tab. č. 2 na s. 34 a obr. č. 6 na s. 35).

Nový svět je invadován více než Starý svět

Jak potvrzuje např. Lonsdale (1999), je podíl nepůvodních druhů na kontinentech osídlených v novověku Evropany vyšší než v Eurasii. Di Castri (1989) např. uvádí, že podíl nepůvodních druhů na flóře Středomoří je asi 5 %, zatímco v Kalifornii je to přes 16 %. Podobně Lonsdale (1999) uvádí vyšší invadovanost u studovaných dat ze Severní Ameriky (19% podíl nepůvodních druhů v dané flóře), Austrálie (17%) a Jižní Ameriky (13%) než u dat z evropských lokalit (9%), afrických (7%) a asijských (7%). Zároveň se uvádí, že většina nepůvodních druhů na jiných kontinentech pochází z Evropy. Tento fakt potvrzuje např. práce Paucharda a Alabacka (2004), kteří na studovaných plochách v Chile zaznamenali 86 % nepůvodních druhů z Eurasie, zatímco severoamerických druhů bylo jen 6 % a australských 3 %. Di Castri (1989) uvádí u zmíněných nepůvodních druhů Kalifornie ze 75 % původ euroasijský. Podle di Castriho (1989) je příčinou tohoto faktu vývoj druhů Starého světa po dlouhou dobu v kontaktu s člověkem, druhy jsou proto dobře adaptovány na disturbance a šíření na antropogenních stanovištích. Zároveň di Castri (1989) uvádí, že druhy Starého světa v geologické minulosti více migrovaly vlivem změn klimatu, tím se adaptovaly na větší spektrum podmínek, včetně konkurence vůči jiným druhům. Další zmiňovanou teoretickou příčinou je větší intenzita zavlékání druhů evropskými kolonizátory do Nového světa než opačným směrem.

Temperátní zóna je více invadována než tropy

Jak potvrzují studie Rejmánka (1996) nebo Lonsdala (1999), je podíl naturalizovaných druhů ve flórách tropických oblastí nižší než ve flórách oblastí mimotropických. Rejmánek (1996) vysvětluje tento jev větší rezistencí tropických ekosystémů vůči invazím, která je dána především velkým množstvím biomasy a schopností rychlé regenerace. Fakt nižší invadovanosti tropů platí však jen pro pevninu, u ostrovů se závislost invadovanosti na zeměpisné šířce neprokázala (Lonsdale 1999).

Nížiny jsou více invadovány než horské oblasti

Větší invadovanost v nižších nadmořských výškách potvrzuje např. Pauchard a Alaback (2004) studií z chilských And. Nižší zatížení je vysvětlováno nejen klimatickými podmínkami, ale také odlišným land use a nižším přísunem diaspor vlivem řídkého osídlení

a nízké intenzity dopravy. Becker et al. (2005) dále zmiňuje bariéru v podobě nížin s odlišnými klimatickými podmínkami, kterou musí nepůvodní druh při svém šíření překonat, stejně jako větší heterogenitu prostředí, tedy nízkou spojitost vhodných ekosystémů, jež se často objevují v údolích, vzájemně oddělených hřbety. Nižší invadovanost výše položených oblastí dokládá i práce Chytrého et al. (2009b) s daty z České republiky. Podíl i pokryvnost archeofytů/neofytů signifikantně klesá s nadmořskou výškou ve 40/49 % sledovaných případů, v ostatních případech (až na jeden u archeofytů) se nemění.

Práce Beckera et al. (2005) se zabývá změnou rozšíření nepůvodních druhů směrem do vyšších nadmořských výšek mezi daty z let 1895-1970 a záznamy z roku 2003. Studie uvádí, že 63 % sledovaných druhů bylo v roce 2003 nalezeno ve vyšší nadmořské výšce než dříve (1895-1970) a 8 % dokonce min. o 800 m výš. S rostoucí dobou od zavlečení roste i maximální dosažená nadmořská výška výskytu druhu (Becker et al. 2005, Pyšek et al. 2011), což může být jednou příčinou zvyšující se invadovanosti ve vyšších polohách, stejně jako klimatická změna nebo zvyšující se intenzita využití horských území. Pyšek et al. (2011) dále uvádí, že při pohybu do nižších poloh se závislost na době od zavlečení neprokázala, protože nižší polohy nepředstavují takový stresový faktor jako horské podmínky. Průměrný (za období 1738-1986) roční pohyb do vyšších nadmořských výšek je podle Pyška et al. (2011) $16,1 \pm 45,3$ m.

2.6 Důsledky výskytu nepůvodních druhů

Dopady introdukce cizích druhů rostlin mohou být mnohdy pozitivního charakteru. Jde především o plodiny, zavlečené k zemědělským účelům. Problémem se stává jen malá část zavlečených druhů, které se neočekávaně chovají invazně (Pyšek, Tichý 2001).

Negativním důsledkem může být tzv. *invasional meltdown* (viz s. 28). Mezi tzv. *transformers* (viz s. 17) patří např. trnovník akát (*Robinia pseudacacia*), který fixací vzdušného dusíku zvyšuje eutrofizaci stanoviště, čímž roste podíl synantropních druhů, zatímco původní druhy jsou vytlačovány. Některé rostliny soustřeďují ve svých kořenech sůl, která potom krystalizuje na půdním povrchu. Mnohé druhy rostlin podporují požáry, což v nově zasažených oblastech může být velkým problémem, stejně jako zavlečené druhy v oblastech pravidelných požárů, které vzniku požárů brání a mění tak pravidelný cyklický režim území. Změnu podmínek stanoviště vyvolává i kyselý opad některých zavlečených dřevin. Často jsou původní druhy vytlačovány zastíněním invazními rostlinami, jež rychle rostou a vytváří

značné množství biomasy, složitým systémem oddenků neofytů v půdě, který omezuje kořeny ostatní flóry, nebo jejich lákavějšími květy, kterým dává hmyz přednost. Změna druhového složení původní vegetace následně vyvolává změnu druhového složení hmyzu či ptactva na daném území a snížení stability celého systému (Pyšek, Tichý 2001).

Naiman a Décamps (1997) však uvádějí, že fakt, že nepůvodní druhy snižují diverzitu společenstva, není dosud dostatečně potvrzen. Podle Brandese (2000) se šťovík úzkolistý (*Rumex stenophyllus*) zařazuje do společenstva, aniž by narušil jeho strukturu. Zatímco netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) se chová podobně, u porostů křídlatky japonské (*Reynoutria japonica*) nebo slunečnice hlíznaté (*Helianthus tuberosus*) je zaznamenána redukce původních druhů a snížení diverzity společenstva (Lohmeyer, Sukopp 1992). Hejda, Pyšek (2006) potvrzují, že výskyt netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*) nemá negativní vliv na diverzitu společenstva. Srovnání zasažených a nezasazených stanovišť neukázalo signifikantní rozdíly v počtu druhů. Ačkoliv se druh stává dominantním v daném společenstvu, biodiverzita zůstává zachována. Müller, Okuda (1998) k problematice dodávají, že netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) vytváří druhově chudá společenstva v případě, uchytí-li se na šterkových lavicích nově vzniknutých po povodních.

Nebezpečnou formou invazních rostlin jsou kříženci buď dvou zavlečených druhů, např. křídlatka česká (*Reynoutria bohemica*), nebo nepůvodního druhu s původním¹². Hybridizace často invazní vlastnosti umocní (Pyšek, Tichý 2001). Důsledkům hybridizace mezi původními a zavlečenými druhy se také říká genetická homogenizace. Nejen posílení invazních vlastností, ale také ohrožení původních druhů, především malých populací, které křížením ztrácí svou identitu, jsou nebezpečnými následky (Pyšek, Sádlo 2004b). Postupnou hybridizací s původními druhy může dojít až k úplné likvidaci domácího druhu, nebezpečné jsou v tomto ohledu podle Křivánka, Sádla, Bímové (2004) např. topol kanadský (*Populus x Canadensis*) nebo vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*).

Dalším nebezpečím, doprovázejícím introdukci rostlin, je možnost současného zavlečení nové choroby, na kterou není domácí flóra adaptována a lehce jí podlehne (Braniš 1997).

Pro člověka představují mnohé druhy zdravotní nebezpečí, především zlatobýly (*Solidago* spp.) nebo pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*) působí jako významné alergy, bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) nebo škumpa orobincová (*Rhus typhina*) vyvolávají podráždění pokožky.

¹² Prach (1996) nazývá křížení nepůvodního druhu s domácím jako tzv. genetickou erozi.

Nelze však obecně tvrdit, že invazní druhy rostlin snižují biodiverzitu a stabilitu systému. Naopak některé druhy biodiverzitu daného stanoviště zvyšují a např. porosty křídlatek (*Reynoutria* spp.) jsou velmi stabilní. Je nutné k dané problematice přistupovat lokálně. Na některých stanovištích má invazní druh svůj význam, někde je alespoň tolerovaný, jinde jeho tolerance není možná. Např. borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) nemůže být tolerována v Českém Švýcarsku, kde ničí skalní města, ale např. v některých částech Polabí, kde vhodně zarůstá jinak zničené a přeměněné kulturní lesy, není důvod k její likvidaci. Trnovník akát (*Robinia pseudacacia*) je vhodnou medonosnou dřevinou v městských stromořadích, problémem se stává v hodnotných suchých travinných společenstvech Českého středohoří, kde silně narušuje biodiverzitu (Křivánek 2004). Jak uvádí Pyšek, Sádlo (2004a), byly objeveny i akátiny, které jsou ochránářsky hodnotné díky vzácným druhům, které se v nich rozšířily (některé druhy česneků - *Allium* nebo křivatců - *Gagea*). Všeobecným zájmem by tedy neměla být celková eliminace invazních druhů rostlin, ale jejich kontrola, aby rostliny neunikaly do stanovišť, kde nejsou tolerovány.

2.7 Výzkum invazních procesů

Odrázovým bodem pro výzkum biologických invazí byla práce Charlese Eltona (1958)¹³ cit. in . Richardson, Pyšek (2006). Na jeho domněnky a předpoklady navázal svým výzkumem mezinárodní projekt SCOPE (*Scientific Committee on Problems of the Environment*), který se procesem invaze významně zabýval od roku 1969. SCOPE si kladl tři základní otázky: (1) jaké druhy invadují (které vlastnosti druhu zvyšují jeho pravděpodobnost invazního chování = invazivnost); (2) jaké biotopy jsou invadovány (jaké biotopy, společenstva, regiony jsou k invazím náchylné a jaké vlastnosti tuto náchylnost předurčují = invazibilita); (3) jak může člověk invaze ovlivnit (jak provést likvidaci nepůvodních druhů s negativními dopady)? Otázky zůstávají hlavním zdrojem inspirace pro další výzkum. Hlavním výsledným dílem projektu je práce Drake et al. 1989¹⁴ cit. in Richardson, Pyšek (2006).

Od roku 1997 na SCOPE navázal nový mezinárodní výzkumný projekt GISP (*Global Invasive Species Programme*), jehož hlavním přínosem je započatá spolupráce různých oborů,

¹³ ELTON, C. S. (1958): The ecology of invasions by animals and plants. Methuen, London.

¹⁴ DRAKE, J. A. et al. (1989): Biological invasions: a global perspective. Chichester, Wiley.

ekologie, ekonomie, legislativy a dalších (Mooney 1999)¹⁵ cit. in Richardson, Pyšek (2006). V Evropě se v současné době intenzivně zabývají invazními procesy dva nejvýznamnější projekty, a to ALARM (*Assessing Large-scale environmental Risks with tested Methods*) a DAISIE (*Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe*), jehož výsledkem je např. přehled zavlečených druhů v Evropě (Lambdon et al. 2008) a analýza zákonitostí invadovanosti v regionech Evropy (např. Essl et al. 2010).

2.8 Nepůvodní druhy rostlin v Evropě

V rámci projektu DAISIE byl během let 2004-2008 zmapován výskyt nepůvodních druhů v 48 evropských regionech a Izraeli, podrobně se výsledky zabírá práce Lambdona et al. (2008). Podle dané studie se v Evropě vyskytuje 5789 nepůvodních druhů (včetně nepůvodních druhů zaznamenaných v jiné než jejich původní oblasti v Evropě). Podle Lambdona et al. (2008) má 2843 druhů mimoevropský původ. Ze skupiny mimoevropských naturalizovaných druhů pochází 45,9 % z Asie, 45,8 % ze Severní a Jižní Ameriky, 20,7 % z Afriky a 5,3 % z Austrálie (některé druhy mají primární areál rozšíření na více kontinentech). Jak je uvedeno v tab. č. 1, více než polovina (3749) nepůvodních druhů je v Evropě naturalizována. Předchozí analýza z let 1964-1980 (Weber 1997¹⁶ cit in Lambdon et al. 2008) zaznamenala jen 1568 naturalizovaných druhů v Evropě, což svědčí o rychlém tempu naturalizace nových druhů, a jejich 38% podíl (580 druhů) s mimoevropským původem. Podle novějších dat je tento podíl dnes 47% (Lambdon et al. 2008). Přechodně zavlečených druhů, mapovaných jen okrajově, bylo zmapováno 1507, z toho 872 mimoevropského původu.

Z dnešních naturalizovaných druhů bylo 50 % zavlečeno po roce 1899, 25 % po roce 1962 a 10 % po roce 1989. K záměrné introdukci došlo u 2407 naturalizovaných druhů (62,8 %), většina byla introdukována k zahradnickým a okrasným účelům. Jen u 11 druhů lze s jistotou říci, že byly záměrně vysazeny do přírody. V 76,6 % případech nezáměrných introdukcí byly druhy přiměsí dovážených osiv, zemědělských komodit či materiálů. U 37,2 % případů šlo o transport v přímé závislosti na člověka (nezávisle na zboží). V dnešní době je introdukováno

¹⁵ MOONEY, H. A. (1999): A global strategy for dealing with alien invasive species. In: Sanderlund, O. (ed.): Invasive species and biodiversity management. Dordrecht, Kluwer, s. 407-418.

¹⁶ WEBER, E. F. (1997): The alien flora of Europe: a taxonomic and biogeographic overview. In: J. Veget. Sci., 8, s. 565-572.

ročně přibližně 6,2 nových mimoevropských a 5,3 evropských druhů schopných naturalizace (Lambdon et al. 2008).

Tab. č. 1: Počet nepůvodních druhů rostlin v Evropě dle statutu v rámci invazního procesu

„Neurčené“ zahrnuje druhy, u kterých není možné přesně definovat, jedná-li se o přechodně zavlečený nebo naturalizovaný druh.

	Počet nepůvodních druhů				
	celkem	naturalizované	přechodně zavlečené	neurčené	kryptogenní
Druhy mimoevropského původu	2843	1780	872	183	8
Celkem	5789	3749	1507	504	29

Zdroj: Lambdon et al. (2008)

Vybrané hodnoty invadovanosti jednotlivých regionů ukazuje tab. č. 2 a obr. č. 6.

Tab. č. 2: Vybrané evropské regiony s vysokým zatížením nepůvodními druhy rostlin

Šedě jsou označeny regiony s počtem nepůvodních druhů vyšším než 1000 a dané hodnoty. Červeně jsou zvýrazněny regiony s nejvyšším počtem naturalizovaných druhů a dané hodnoty. Deset nejvíce naturalizovanými neofyty zatížených regionů s ohledem na jejich rozlohu je zvýrazněno tučným písmem, stejně jako dané hodnoty. Hodnoty označené „-“, zdroj neuvádí.

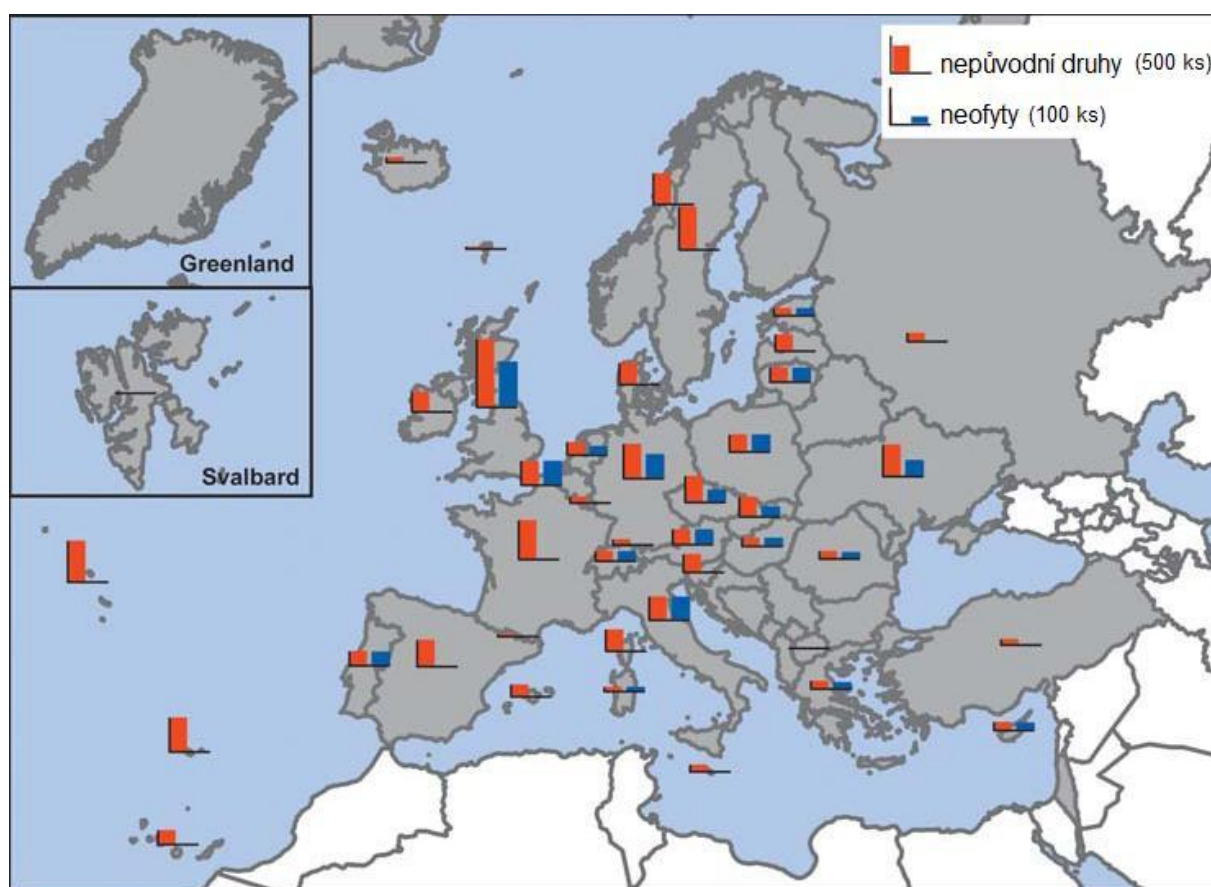
Region	Počet nepůvodních druhů		Počet neofytů		Počet naturalizovaných neofytů/log plocha regionu
	celkem	naturalizované	celkem	naturalizované	
Belgie	1969	447	1969	447	99,6
Velká Británie	1779	1284	1085	857	159,0
Česká republika	1378	487	1046	229	46,8
Francie	1258	732	-	-	-
Švédsko	1201	810	-	-	-
Rakousko	1086	276	1086	276	56,0
Azory	918	775	-	-	-
Německo	851	645	630	450	81,0
Madeira	659	640	-	-	-
Ukrajina	803	591	666	279	51,4
Itálie	557	440	557	440	81,5
Polsko	300	300	300	300	54,6
Litva	827	258	509	256	53,2
Portugalsko	547	261	537	250	50,5

Zdroj: Lambdon et al. (2008)

Nejvyšší diverzity nepůvodních druhů dosahují podle Lambdon et al. (2008) průmyslové země s dobrou tradicí botanického výzkumu (nejvíce Belgie, Velká Británie a Česká republika), uvedeny v tab. č. 2. Vysoké hodnoty množství nepůvodních druhů v těchto regionech jsou dány především dobře zpracovanými záznamy přechodně zavlečených druhů, jejich podíl v nepůvodní flóře Belgie je 75,5 %, a České republiky 64,7 %. Z hlediska zatížení naturalizovanými druhy Belgie ani Česká republika mezi nejzasazenější nepatří. Tab. č. 2 zachycuje 7 regionů s nejvyšším počtem naturalizovaných druhů (nejvíce Velká Británie, Švédsko, Azory). Počet naturalizovaných neofytů je nejvyšší ve Velké Británii, která se tak jeví jako nejvíce zatížený region ze všech uvedených pohledů, včetně počtu naturalizovaných neofytů s ohledem na rozlohu regionu. Díky poměrně velkému množství naturalizovaných neofytů na malé rozloze státu je i Belgie značně zatížena (Lambdon et al. 2008).

Obr. č. 6: Počet zaznamenaných naturalizovaných nepůvodních druhů a odděleně jen počet naturalizovaných neofytů v jednotlivých regionech Evropy

Šedě jsou vyznačeny regiony studované v rámci projektu DAISIE, pro šedé regiony bez barevných sloupců nejsou zobrazovaná data dostupná.



Zdroj: Lambdon et al. (2008)

Z naturalizovaných druhů se 64,1 % vyskytuje na městských a průmyslových rudérálních stanovištích a 58,5 % na orné půdě, v zahradách a parcích, 37,4 % v travinných společenstvech a 31,5 % v lesích. Výrazně méně jsou invadována rašeliniště a vrchoviště, vyskytuje se v nich asi 10 % zavlečených druhů, minimálně potom marinní ekosystémy (Lambdon et al. 2008).

Následující tab. č. 3 zachycuje nejčastěji zaznamenané nepůvodní druhy rostlin. Ve většině regionů jsou tyto druhy ve fázi naturalizace, jen v málo případech jsou druhy jen přechodně zavlečené. V 95,9 % regionů (v 47 z 49 oblastí) se vyskytuje turanka kanadská (*Conyza canadensis*), původně severoamerický druh. Velmi častými jsou dále severoamerické druhy slunečnice hlíznatá (*Helianthus tuberosus*) a trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), severo- a středoamerické druhy durman obecný (*Datura stramonium*), laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), řeřicha virginská (*Lepidium virginicum*), jihoamerický pět'our malokvětý (*Galinsoga parviflora*), euroasijský druh řepěň turkoman (*Xanthium strumarium*) a pravděpodobně evropský druh pupalka dvouletá (*Oenothera biennis*), jak uvádí Lambdon et al. (2008).

Tab. č. 3: Nejrozšířenější evropské nepůvodní druhy (zaznamenaný ve více než 85 % z 49 sledovaných regionů)

Druh		Počet regionů s výskytem druhu dle jeho statutu v invazním procesu			
		naturalizovaný	přechodně zavlečený	neurčený	celkem
Turanka kanadská	(<i>Conyza canadensis</i>)	33	1	13	47
Durman obecný	(<i>Datura stramonium</i>)	25	7	13	45
Laskavec ohnutý	(<i>Amaranthus retroflexus</i>)	30	4	10	44
Pět'our malokvětý	(<i>Galinsoga parviflora</i>)	27	2	15	44
Slunečnice hlíznatá	(<i>Helianthus tuberosus</i>)	26	5	12	43
Řepěň durkoman	(<i>Xanthium strumarium</i>)	22	5	16	43
Řeřicha virginská	(<i>Lepidium virginicum</i>)	16	11	15	42
Pupalka dvouletá	(<i>Oenothera biennis</i>)	28	2	12	42
Trnovník akát	(<i>Robinia pseudoacacia</i>)	32	2	8	42

Zdroj: Lambdon et al. (2008)

2.9 Nepůvodní druhy rostlin v České republice

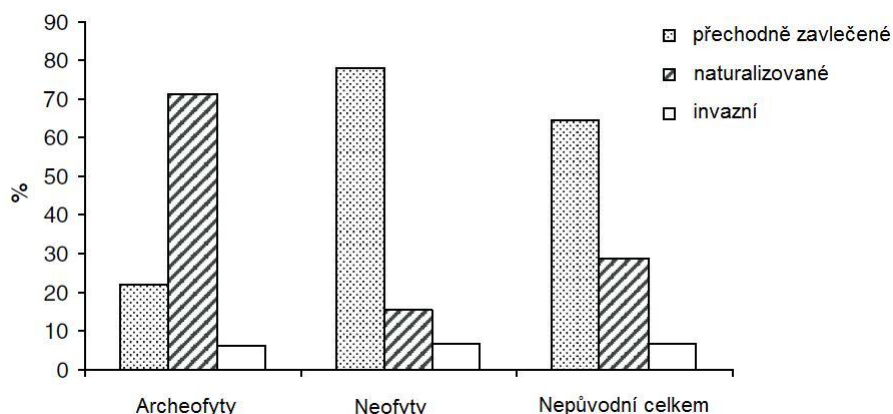
Podle Pyška, Sádla, Mandáka (2002) je v České republice v současné době registrováno 1378 nepůvodních rostlinných druhů, což odpovídá 33,4% podílu na flóře České republiky. 75,9 % nepůvodních druhů patří mezi neofyty, jen 24,1 % mezi archeofyty. Většina nepůvodních druhů je ve stádiu přechodného zavlečení, naturalizováno je 28,8 %. Z celkového počtu zavlečených druhů se definuje jako nebezpečně invazivní jen malý zlomek (2,2 %). Zastoupení jednotlivých kategorií uvádí tab. č. 4 a graf č. 1. Pyšek, Sádlo, Mandák (2002) dále udávají, že 231 náhodně se vyskytнувších neofytů z flóry vymizelo. Práce Pyška, Sádla, Mandáka. (2002) zaznamenává 66 kříženců zavlečených druhů s domácími. V případě archeofytů je uvedeno 62 hybridů (18,7 % archeofytů), u neofytů je počet hybridů 122 (11,7 % neofytů), podíl kříženců na celkovém počtu nepůvodních druhů odpovídá 13,3 %.

Tab. č. 4: Počet nepůvodních druhů podle postavení v invazním procesu v České republice

	Přechodně zavlečené	Naturalizované	Invazní	Nebezpečně invazní	Celkem
Archeofyty	74	237	21	0	332
Neofyty	817	160	39	30	1046
Celkem	891	397	60	30	1378

Zdroj: Pyšek, Sádlo, Mandák (2002)

Graf č. 1: Podíl nepůvodních druhů podle postavení v invazním procesu v České republice

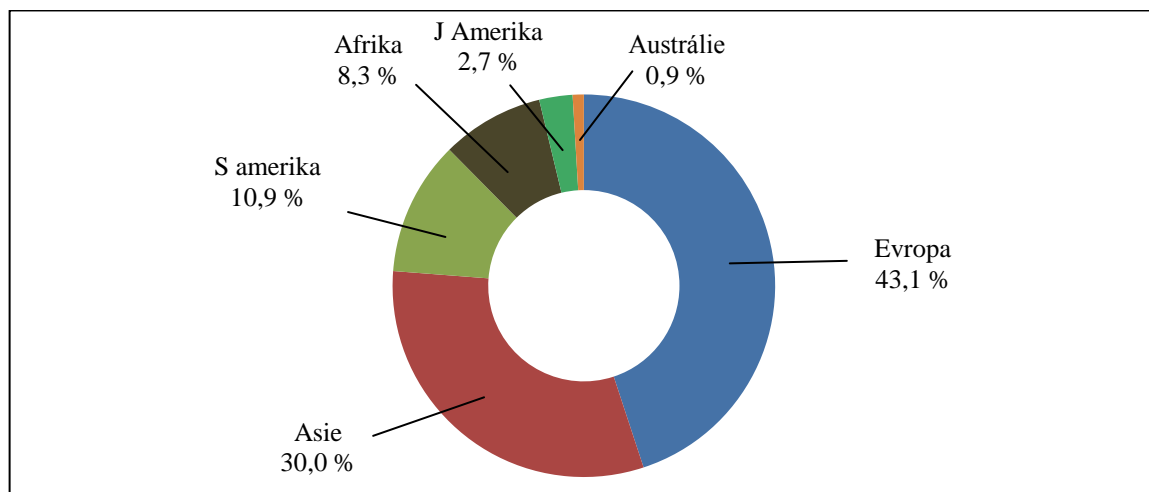


Zdroj: upraveno podle Pyška, Sádla, Mandáka (2002)

Nejčastěji dochází na našem území k introdukcím z jiných částí Evropy (graf č. 2), zatímco většina archeofytů je původem ze Středomoří, neofyty jsou introdukovány z jiných částí

Evropy a ostatních kontinentů. Necelá třetina zavlečených druhů pochází z Asie a pro 11 % představuje domovský areál Severní Amerika (Pyšek, Sádlo, Mandák 2002).

Graf č. 2: Primární oblasti nepůvodních druhů České republiky



Zdroj: zpracováno podle Pyška, Sádla, Mandáka (2002)

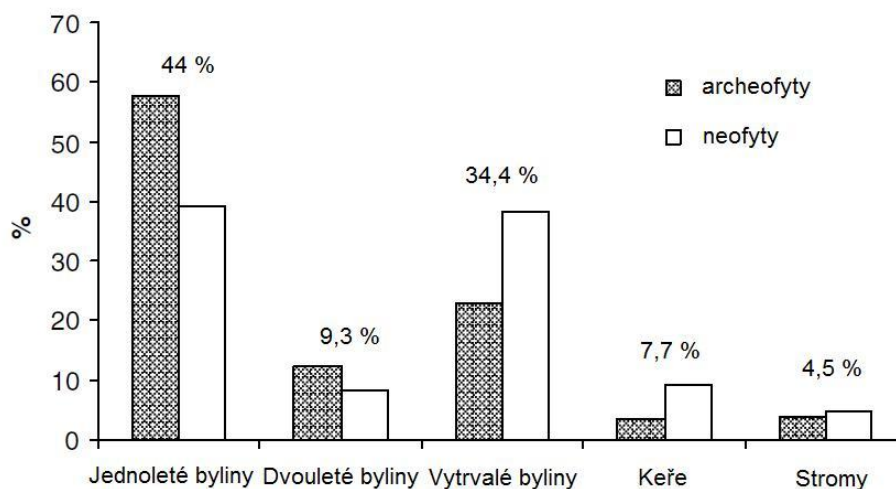
Polovina (49,9 %) druhů u nás nepůvodních byla zavlečena neúmyslně (jako příměsí osiva, ovoce, dřeva, vlny, s železnou rudou nebo s živými zvířaty apod.), 42,7 % úmyslně a 7,4 % oběma způsoby. Více než polovina úmyslně zavlečených druhů rostlin byla dovezena jako okrasné rostliny, 15,5 % jako zdroj potravin a 10 % zavlečených druhů z důvodů léčivých účinků. Další druhy byly dovezeny za účelem využití jako krmivo, medonosné rostliny, barvivo či v krajinářství apod. (Pyšek, Sádlo, Mandák 2002).

Nepůvodní druhy na území České republiky upřednostňují člověkem vytvořená stanoviště (62,6 %), čtvrtina druhů (26,1 %) se vyskytuje na antropogenních i přirozených a polopřirozených stanovištích. 11 % druhů se nachází pouze na přirozených a polopřirozených stanovištích (Pyšek, Sádlo, Mandák 2002). Více rozšířenými jsou archeofyty, 240 jejich druhů (72,3 %) je zaznamenáno na více než 50 lokalitách, 172 druhů (51,8 %) potom na více než 500 lokalitách. Naopak 571 neofytů (54,6 %) se vyskytuje jen v ojedinělých případech (1-4 lokality), pouze 71 neofytních druhů (6,8 %) je sledováno na více než 500 lokalitách (Pyšek, Sádlo, Mandák 2002).

Mezi archeofyty i neofyty převládají jednoleté byliny (57,8 % archeofytů, 39,4 % neofytů). Další neofyty jsou zaznamenány jako vytrvalé byliny (38,2 % neofytů) a dřeviny (14,1 % neofytů), přehledně je zastoupení jednotlivých kategorií znázorněno grafem č. 3.

Graf č. 3: Podíl nepůvodních druhů podle životní formy

Uvedené procentuální hodnoty uvádějí podíl dané kategorie na počtu všech nepůvodních druhů.



Zdroj: upraveno podle Pyška, Sádla, Mandáka (2002)

Práce Matějčka (2009) uvádí seznam invazních druhů v České republice na základě analýzy přístupu různých autorů. Za nejnebezpečnější české druhy, na kterých se shodují různí autoři, lze považovat tyto druhy: bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), borovice vejmutovka (*Pinus strobus*), javor jasanolistý (*Acer negundo*), křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*), k. sachalinská (*R. sachalinensis*), k. česká (*R. × bohemica*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*), slunečnice hlíznatá (*Helianthus tuberosus*), trnovník akát (*Robinia pseudacacia*), třapatka dřípátá (*Rudbeckia laciniata*), vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*), z. obrovský (*S. gigantea*).

3. CHARAKTERISTIKA POVODÍ PLOUČNICE

3.1 Úvod

Povodí Ploučnice, zvýrazněné na obr. č. 7, leží v severní části České republiky. Je součástí povodí dolního Labe. Správu povodí zajišťuje Povodí Ohře, státní podnik, konkrétně závod Terežín.

Obr. č. 7: Vymezení povodí Ploučnice v rámci České republiky



Zdroj: data ArcCR, data z VÚV, vlastní zpracování (ArcMap)

Povodí bylo podrobně charakterizováno v bakalářské práci (Šenová 2008), proto je popis území pouze stručný, soustředí se především na biogeografické poměry.

Povodí Ploučnice zaujímá podle Vlčka et al. (1984) plochu 1193,9 km², podle dat z VÚV je rozloha povodí 1194,85 km², tato hodnota je dále použita k základním charakteristikám povodí, uvedeným v tab. č. 5. Tvar povodí je mírně protáhlý, hodnota charakteristiky povodí jej určuje jako vějířovitý. Území je značně souměrné.

Tab. č. 5: Vybrané charakteristiky povodí Ploučnice

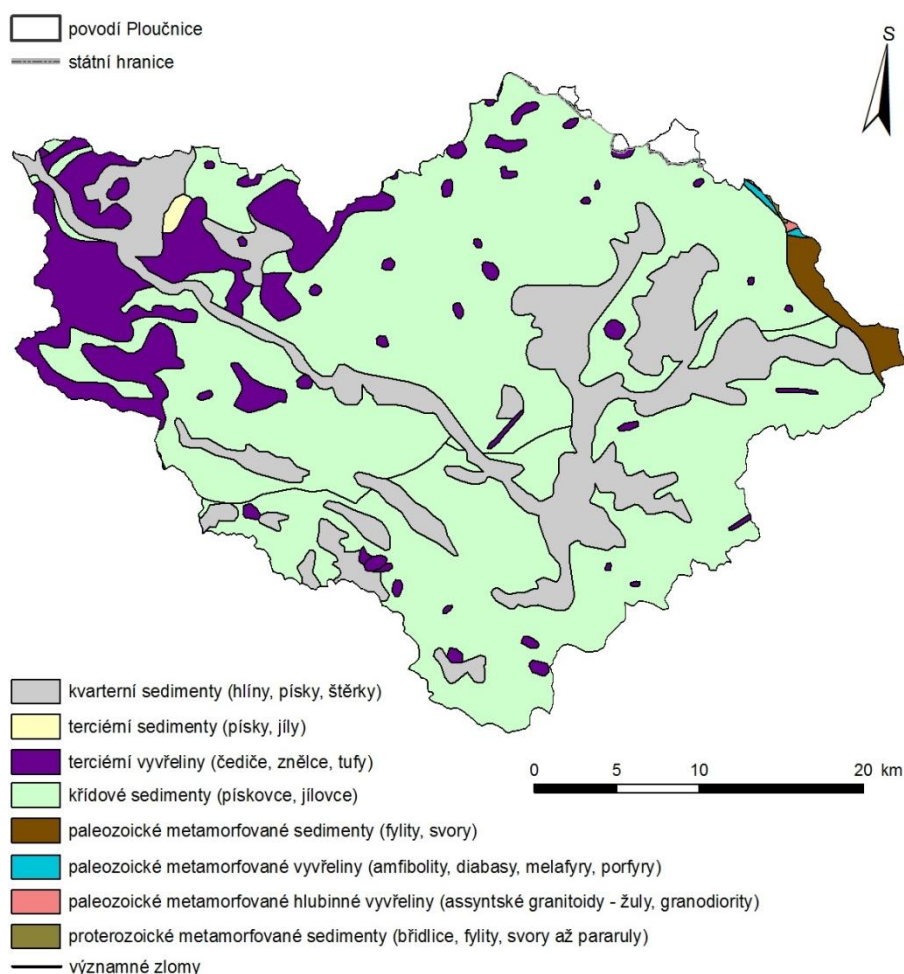
Plocha povodí	1194,85 km ²	Graveliův koeficient	1,62
Plocha pravé části povodí	638,01 km ²	Koeficient protáhlosti	0,70
Plocha levé části povodí	556,84 km ²	Charakteristika povodí	0,39
Délka rozvodnice	198 km	Koeficient souměrnosti	0,07
Délka povodí	55,63 km	Spád	25,76 ‰
Převýšení	890 m	Koeficient reliéfu	16,00

Zdroj: data z VÚV, vlastní výpočty v prostředí GIS

3.2 Geologické poměry

Krystalinickým základem oblasti je západosudetská oblast (Iugikum) Českého masivu (Kunský 1968). Hlavní charakteristikou oblasti jsou sedimenty křídové tabule, které byly uloženy v období svrchní křídý. Jejich zpevněním vznikla tzv. lužické facie (Kunský 1974). Vlivem tzv. saxonické tektoniky na přelomu mezozoika a terciéru došlo ke vzniku tektonických poruch. Následně v období terciéru docházelo puklinami v sedimentech na mnoha místech k výstupům magmatické horninové hmoty k povrchu. Tyto vyvěřelé horniny vytvořily kuželovité vyvýšeniny či protáhlé hřbety, které byly následnou erozí obnaženy (Kunský 1968). V době elsterského zalednění dosahoval na území pevninský ledovec, pozůstatkem jsou pleistocénní glacifluviální, fluviální (šterky říčních teras) a eolické (spraše, sprašové hlíny) sedimenty. Z holocénních sedimentů je zaznamenán výskyt povodňových hlín (Mackovčín et al. 2002). Přehledně jsou dané poměry znázorněny na obr. č. 8.

Obr. č. 8: Geologické poměry povodí Ploučnice



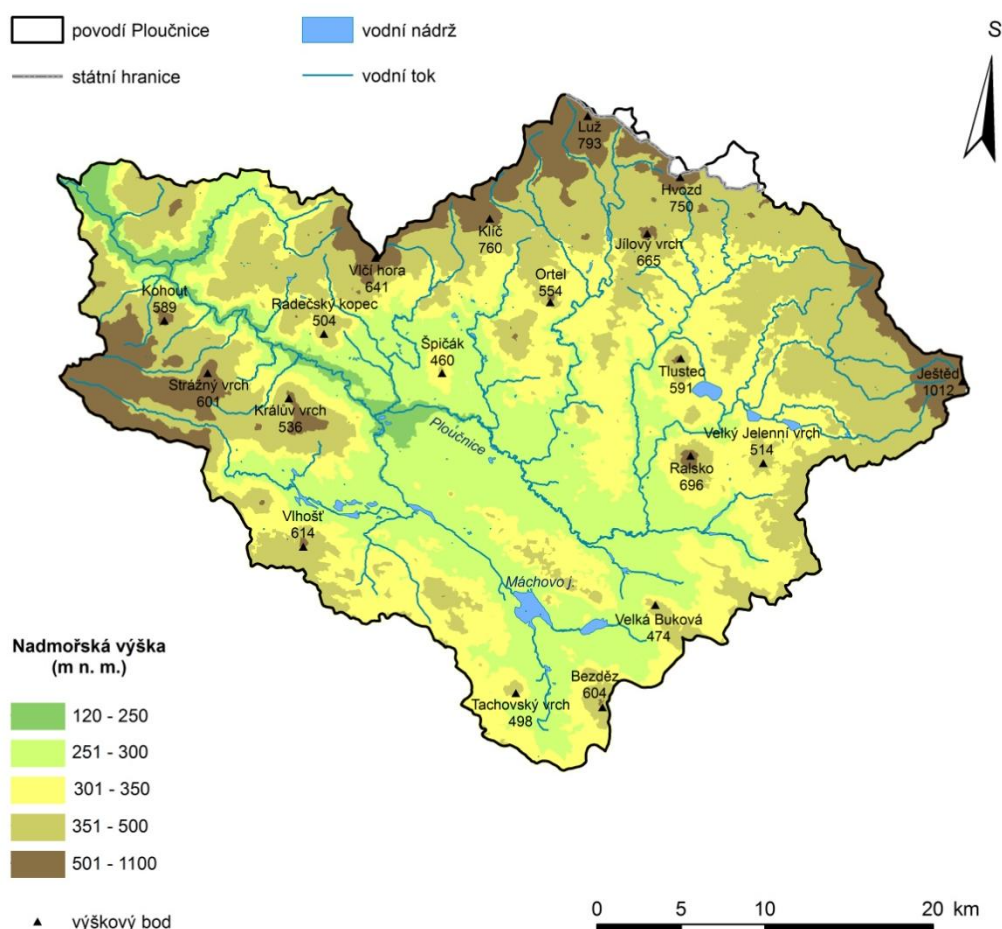
Zdroj: data z VÚV a Portál veřejné správy ČR (podle ČGS), vlastní zpracování (ArcMap)

3.3 Geomorfologické poměry

Podle geomorfologického členění reliéfu (Balatka, Kalvoda 2006) patří povodí Ploučnice do systému Hercynského, do provincie Česká vysočina, do subprovincií Česká tabule, Krušnohorské a Krkonošsko-jesenické. Členění na hierarchicky nižší úrovně je zaznamenáno v příloze č. 1. Největší plochu území představuje Ralská pahorkatina, tvořená vodorovně uloženými vrstvami sedimentů, s významným výskytem skalních měst. České středohoří a Lužické hory charakterizují izolované kužele vulkanického původu vyčnívající nad křídovými sedimenty (Demek et al. 1965).

Výškové poměry v povodí zobrazuje obr. č. 9. Nejvyšší bod území představuje vrchol Ještědského hřbetu Ještěd (1012 m n. m.). Nejnížší bod leží při ústí řeky Ploučnice do Labe v Děčíně (122 m n. m.).

Obr. č. 9: Výškové poměry povodí Ploučnice



Zdroj: data ArcCR, data z VÚV, ZABAGED®, vlastní zpracování (ArcMap)

3.4 Klimatické poměry

Podle Quittovy klasifikace klimatických oblastí patří povodí Ploučnice do klimatických oblastí převážně mírně teplých, místy zasahuje také do oblastí teplé i chladné (Kol. autorů 2007). Jednotlivé klimatické charakteristiky jednotlivých oblastí zaznamenává tab. č. 6.

Plošně největší část povodí Ploučnice představují mírně teplé oblasti MT7 a MT11 ve střední, východní a jihovýchodní části území. Méně rozsáhlé jsou oblasti MT4 v Českém středohoří a na severu Lužických hor, MT2 v západní části Lužických hor a s oblastí MT1 i v oblasti pod Ještědem a minimálně je zastoupena i oblast MT10 v severozápadní části povodí. Chladná oblast CH7 se vyskytuje pouze v nejvyšších polohách na Ještědu. Teplou oblast T2 představuje úzký pruh území kolem toku Ploučnice od České Lípy do Děčína a severozápadní část povodí (Kol. autorů 2007).

Tab. č. 6: Charakteristiky jednotlivých klimatických oblastí vyskytujících se v povodí Ploučnice

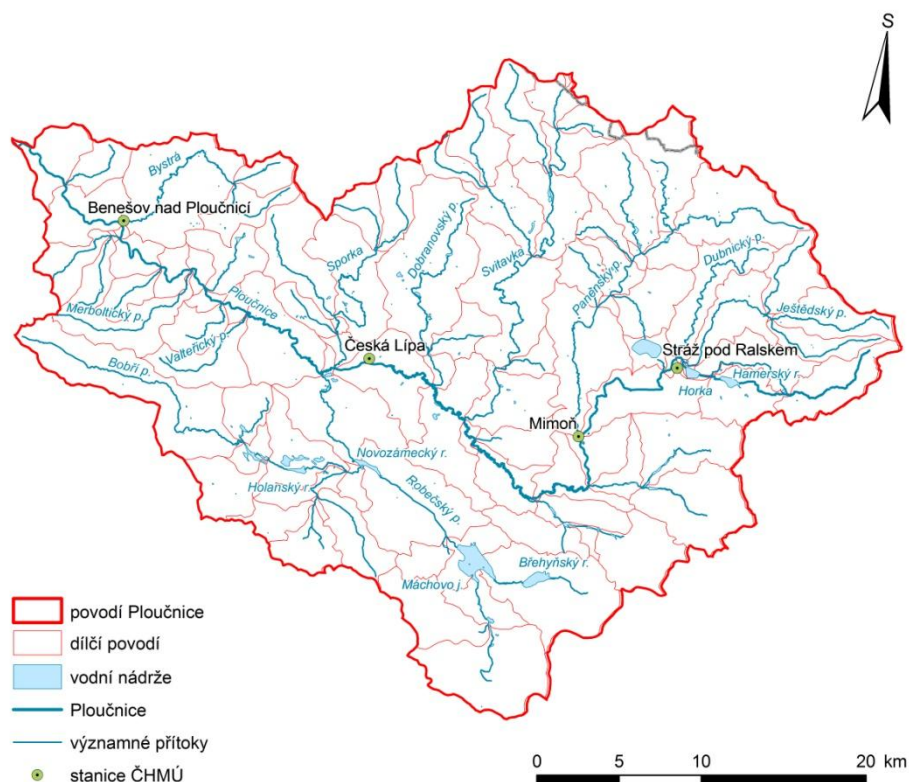
	CH7	MT1	MT2	MT4	MT7	MT10	MT11	T2
Počet letních dní	10-30	20-30	20-30	20-30	30-40	40-50	40-50	50-60
Počet dní s prům. teplotou 10 °C a více	120-140	120-140	140-160	140-160	140-160	140-160	140-160	160-170
Počet dní s mrazem	140-160	160-180	110-130	110-130	110-130	110-130	110-130	100-110
Počet ledových dní	50-60	40-50	40-50	40-50	40-50	30-40	30-40	30-40
Prům. tepl. – leden	(-3)-(-4)	(-5)-(-6)	(-3)-(-4)	(-2)-(-3)	(-2)-(-3)	(-2)-(-3)	(-2)-(-3)	(-2)-(-3)
Prům. tepl. - červenec	15-16	15-16	16-17	16-17	16-17	17-18	17-18	18-19
Prům. tepl. - duben	4-6	5-6	6-7	6-7	6-7	7-8	7-8	8-9
Prům. tepl. - říjen	6-7	6-7	6-7	6-7	7-8	7-8	7-8	7-9
Prům. počet dní se srážk. 1 mm a více	120-130	120-130	120-130	110-120	100-120	100-120	90-100	90-100
Suma srážek Ve vegetačním obd.	500-600	500-600	450-500	350-450	400-450	400-450	350-400	350-400
Suma srážek v zimním období	350-400	300-350	250-300	250-300	250-300	200-250	200-250	200-300
Počet dní se sněh. pokrývkou	100-120	100-120	80-100	60-80	60-80	50-60	50-60	40-50
Počet zatažených dní	150-160	120-150	150-160	150-160	120-150	120-150	120-150	120-140
Počet jasných dní	40-50	40-50	40-50	40-50	40-50	40-50	40-50	40-50

Zdroj: Kol. autorů (2007)

3.5 Hydrografické a hydrologické poměry

Ploučnice je pravostranným přítokem řeky Labe, podle absolutní řádovosti jde o tok druhého řádu. Severní část rozvodnice povodí Ploučnice je zároveň součástí hlavního evropského rozvodí, které dělí úmoří Baltského moře (povodí Odry) a Severního moře (povodí Labe). Dílčí povodí znázorňuje obr. č. 10. Ploučnice pramení na jihozápadním svahu Ještědu v nadmořské výšce 654 m, ústí do Labe v Děčíně v nadmořské výšce 122 m. Vlček et al. (1984) udává délku toku 106,60 km, podle dat z VÚV činí délka toku 101,37 km. Průměrný roční průtok v České Lípě činí 4,90 m³/s, v Benešově n. P. potom 8,60 m³/s (ČHMÚ). Podle Vlčka et al. (1984) patří k nejvýznamnějším přítokům z pravé strany Panenský potok (1,10 m³/s), Svitavka (1,16 m³/s), Sporka (0,61 m³/s) a Bystrá (0,41 m³/s). Nejvýznamnějším levostranným přítokem je Robečský potok (1,65 m³/s), protékající Máchovým jezerem a Novozámeckým rybníkem a vlévající se do Ploučnice u České Lípy. Jihozápadní část povodí odvodňuje Bobří potok, jenž protéká soustavou Holanských rybníků a ústí do Novozámeckého rybníka. Dalšími významnými rybníky jsou Hamerský a Horka u Stráže pod Ralskem. V převážně průlinově propustných křídových pískovcích jsou značné zásoby podzemní vody (Mackovčín, Sedláček, Kuncová 2002).

Obr. č. 10: Hydrografie povodí Ploučnice

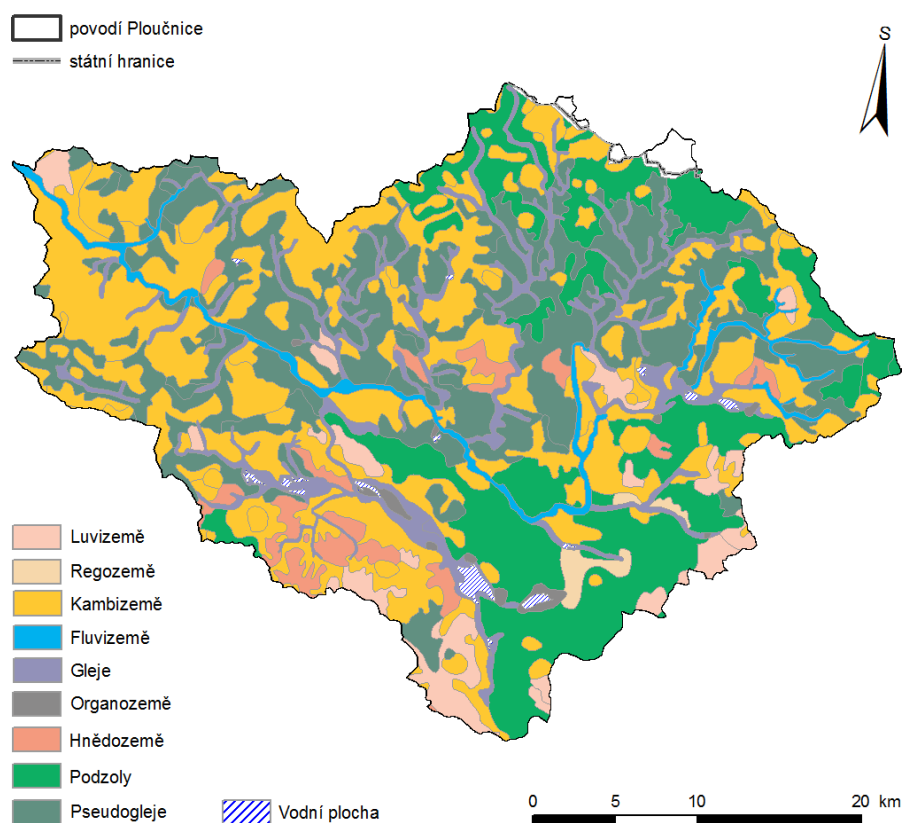


Zdroj: data ArcCR, data z VÚV, vlastní zpracování (ArcMap)

3.6 Pedologické poměry

Nejvýznamněji se na půdním krytu v povodí Ploučnice podílejí kambizemě, zejména v západní části jsou nejzastoupenějším půdním typem. Podzoly, značně zastoupený půdní typ ve východní polovině povodí, jsou hojné vlivem vhodného substrátu v podobě zvětralin hornin mladšího mezozoika. Rozsáhlý je také pokryv glejů a pseudoglejů, především v nivách řek, zejména v pravé části povodí, které je geomorfologicky více členité, což je příčinou větší hustoty říční sítě. Část půdního pokryvu tvoří také ilimerizované půdy (luvizemě), nacházejí se u Děčína a rozptýleně v celé jižní polovině povodí. Méně jsou zastoupeny organozemě, jejich výskyt je zaznamenán v oblasti horního a středního toku Robečského potoka, méně i na horním toku Ploučnice. Hnědozemě jsou v povodí Ploučnice zaznamenány v jihozápadní oblasti povodí. Lokálně se na zvětralinách silikátových hornin vyskytují rankery, rendziny na zvětralinách karbonátových hornin a pararendziny na vápnitých pískovcích (Tomášek 2003). Pedologické poměry zobrazuje obr. č. 11.

Obr. č. 11: Půdní typy v povodí Ploučnice

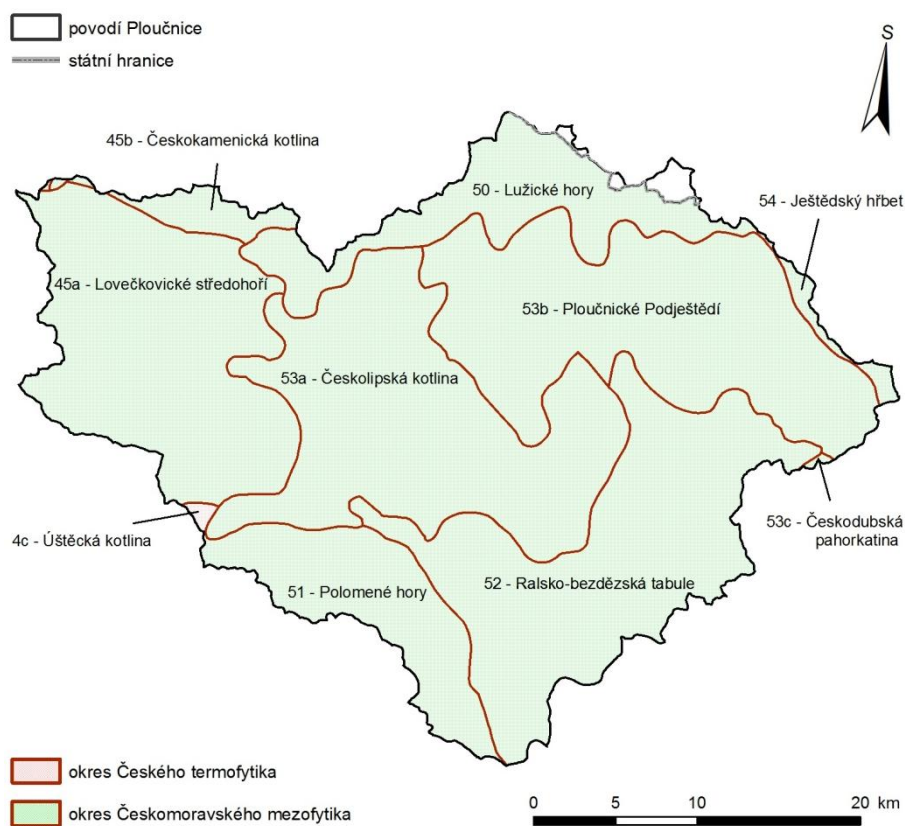


Zdroj: data z VÚV a Portálu veřejné správy ČR (podle KPOP FAPPZ ČZU), vlastní zpracování (ArcMap)

3.7 Biogeografické poměry

Z fytogeografického hlediska patří povodí Ploučnice do českomoravského mezofytika, jen v jihozápadní části zasahuje nepatrně do českého termofytika. Přirozenou vegetaci mezofytika jsou habrové, borové a jedlové doubravy, ve vyšších polohách potom květnaté nebo acidofilní bučiny. Původní rostlinný kryt byl však činností člověka podstatně narušen. Na základě změn prostředí, vyvolaných odlesněním, zemědělskou činností apod., došlo k vytvoření náhradních společenstev, zároveň byla zvýšena intenzita pohybu diaspor vlivem antropogenní činnosti (doprava, pohyb obyvatelstva apod.) (Hejný, Slavík et al. 1988). Dílčí fytogeografické okresy jsou znázorněny na obr. č. 12. Hlavním fytogeografickým okresem povodí je Podještědí (53), které je rozděleno na podjednotky Českolipská kotlina (53a), Ploučnické Podještědí (53b) a Českodubská pahorkatina (53c). Východní část povodí spadá pod fytogeografický okres Verneřické středohoří, rozdělené na podjednotky Lovečkovické středohoří (45a) a Českokamenická kotlina (45b). Východní část povodí spadá pod fytogeografický okres Verneřické středohoří, rozdělené na podjednotky Lovečkovické středohoří (45a) a Českokamenická kotlina (45b).

Obr. č. 12: Fytogeografické členění v povodí Ploučnice



Zdroj: data z VÚV a Portálu veřejné správy ČR (podle KPOP FAPPZ ČZU), vlastní zpracování (ArcMap)

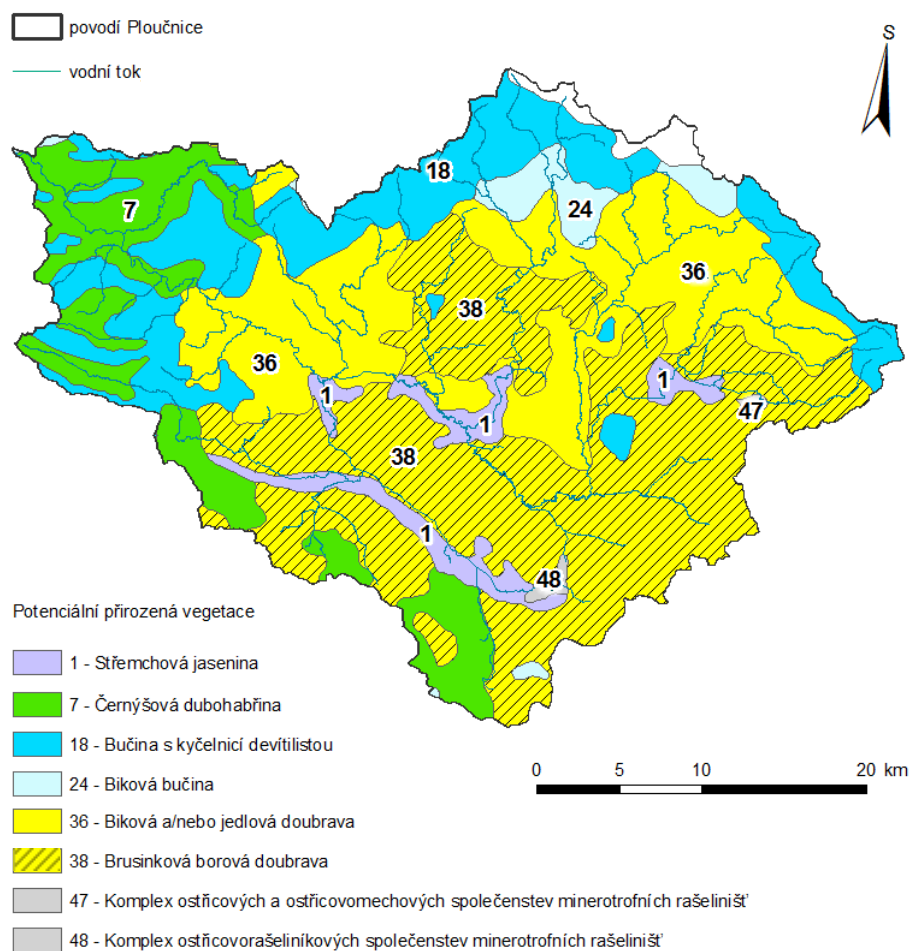
Dle biogeografického členění patří povodí Ploučnice do biogeografické provincie středoevropských listnatých lesů, konkrétně do podprovincie hercynské. Větší část území spadá do Ralského bioregionu (Culek et al. 1996). Ten je charakteristický především borovými, méně také bikovými a jedlovými doubravami na chudých, silně kyselých vysýchavých půdách (obr. č. 13). Společenstvy niv potoků a řek jsou druhově bohaté fytocenózy s dominantním jasanem. Rašeliništní vegetaci ostřicových typů tvoří nelesní společenstva, jež jsou silně existenčně ohrožena vlivem antropogenních zásahů (Neuhäuslová et al. 2001). Culek et al. (1996) uvádí také olšiny jako hojně zastoupená společenstva podmačených sníženin. Typickou vegetací neovulkanických suků jsou květnaté bučiny. Nereprezentativní část bioregionu s pokryvem spraší je vegetačně charakterizována dubohabrovými háji. V současné době však převládají rozsáhlé kulturní bory, vlivem kterých hrozí borovým doubravám nebezpečí vymizení. V bioregionu se vyskytuje běžná, především lesní fauna se západními vlivy, např. ježek západní (*Erinaceus europaeus*) nebo ropucha krátkonohá (*Epidalea calamita*). Na čedičových kupách se objevuje teplomilná fauna (měkkýši). Významná je ptačí fauna v oblasti dokeských rybníků (Culek et al. 1996).

Západní část povodí náleží Verneřickému bioregionu. Neovulkanické plošiny jsou charakterizovány vegetací květnatých bučin. Na okrajových údolních svazích se uplatňují dubohabřiny (obr. č. 13). V současnosti jsou významně zastoupeny přirozené květnaté bučiny a kulturní smrkové monokultury. V bioregionu se vyskytuje významná lesní fauna se západními vlivy (Culek et al. 1996).

Severní část sledovaného území patří k Lužickohorskému bioregionu. Charakteristickou vegetační jednotkou jsou kyselé a květnaté bučiny (Culek et al. 1996). Méně významná část bioregionu je tvořena křídovými pískovci s bikovými bučinami a acidofilními doubravami. Dnes v bioregionu dominují kulturní smrčiny, ve vrcholových polohách se na neovulkanitech vyskytují bučiny (Neuhäuslová et al. 2001). V bioregionu se vyskytuje vlivem malého plošného rozsahu ochuzená fauna nižších poloh hercynských pohoří, s vlivy západními a severními, např. myšice temnopásá (*Apodemus agrarius*) (Culek et al. 1996).

Do jižní a jihozápadní části povodí zasahuje Kokořínský bioregion. Vegetací rozčleněného pískovcového povrchu jsou kyselé doubravy s ostrůvky dubohabrových hájů na sprašovém pokryvu a květnaté bučiny na výchozech neovulkanitů. Dnes převládají kulturní bory a orná půda. V bioregionu se vyskytuje hercynská fauna se západními vlivy (Culek et al. 1996).

Obr. č. 13: Potenciální přirozená vegetace v povodí Ploučnice



Zdroj: Neuhauslová et al. (2001), data z VÚV a Portálu veřejné správy ČR (podle BÚ AV ČR), vlastní zpracování (ArcMap)

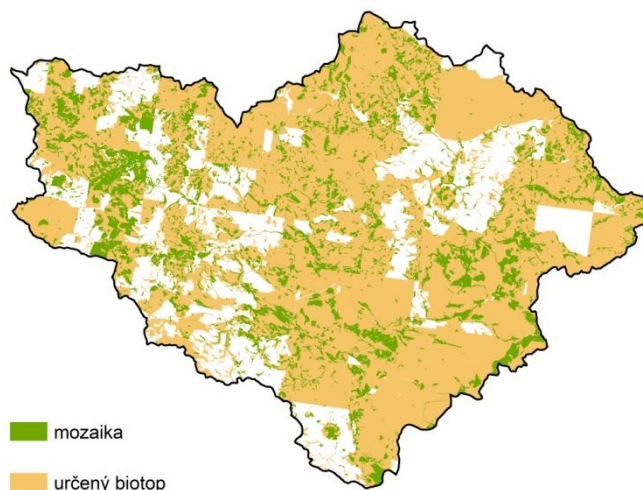
3.7.1 Charakteristika biotopů

Názvy, označení a charakteristiky biotopů použité v této práci jsou převzaty z Katalogu biotopů České republiky (Chytrý, Kučera, Kočí 2001.) Data (digitální vektorová vrstva mapování biotopů, verze květen 2009), jež jsou v této práci zpracovávána, byla poskytnuta Agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky. Označení evropsky významných stanovišť je převzato z českého portálu projektu Natura 2000 (<http://www.nature.cz/natura2000-design3/hp.php>).

V rámci mapování biotopů, které bylo provedeno pod vedením Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky v letech 2001-2004¹⁷ za účelem vytvoření evropských soustav chráněných území Natura 2000 a Smaragd¹⁸, bylo zmapováno 77 % území povodí Ploučnice. Na 16 % území je zaznamenána mozaika, tedy blíže nespecifikované soustavy biotopů. Konkrétní biotop je tedy možné určit na 61 % rozlohy sledované oblasti. Obr. č. 14 dokumentuje plošné rozložení zmapovaných biotopů, zvlášť je vyznačena kategorie mozaika, která není do následující analýzy biotopů zahrnuta.

Obr. č. 14: Zmapované území v rámci povodí Ploučnice

Bílé plochy představují nemapované části povodí.



Zdroj: © Nálezová databáze AOPK ČR, vlastní zpracování (ArcMap)

Následují tab. č. 7 zaznamenává evidovanou rozlohu jednotlivých formačních skupin biotopů a jejich podíl v rámci konkrétně určených typů biotopů.

¹⁷ Základní mapování proběhlo v letech 2001-2004, v současné době se data dále aktualizují.

¹⁸ Smaragd je soustava chráněných území v zemích Rady Evropy, daná Bernskou úmluvou. Tato vybraná území jsou totožná s územími chráněnými v rámci projektu Natura 2000, jenž je závazný pro státy Evropské unie.

Tab. č. 7: Zastoupení mapovaných biotopů v povodí Ploučnice

	Rozloha (km ²)	Část povodí (v %)	Část plochy určených biotopů (v %)
Povodí	1194,85	100,00	
Zmapovaná část	920,84	77,07	
Mozaika	190,11	15,91	
Plocha určených biotopů	730,73	61,16	100,00
X	411,24	34,42	56,28
L	191,00	15,99	26,14
T	110,14	9,22	15,07
V	7,08	0,59	0,97
M	5,81	0,49	0,79
K	3,93	0,33	0,54
S	0,82	0,07	0,11
R	0,71	0,06	0,10

Zdroj: AOPK, vlastní výpočty v prostředí GIS

Více než polovinu (56 %) plochy určených biotopů představuje formační skupina Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem (X). Druhou nejzastoupenější (26 %) skupinou biotopů jsou Lesy (L). Významně (15 %) jsou dále registrovány Sekundární trávníky a vřesoviště (T). Výrazně méně (po 1 %) jsou evidovány skupiny Vodní toky a nádrže (V), Mokřady a pobřežní vegetace (M) a Křoviny (K). Jen nepatrně se v povodí vyskytují biotopy Skály, sutě a jeskyně (S) a Prameniště a rašeliniště (R). Konkrétní biotopové jednotky s největším plošným zastoupením v povodí udává tab. č. 8.

Tab. č. 8: Plošně nejvíce zastoupené biotopy v povodí Ploučnice

	Rozloha (km ²)	
X9	186,62	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami
T1	103,20	Louky a pastviny
L7	70,42	Acidofilní doubravy
L5	50,45	Bučiny
X2	48,08	Intenzivně obhospodařovaná pole
X5	45,80	Intenzivně obhospodařované louky
X1	39,76	Urbanizovaná území
X3	29,64	Extenzivně obhospodařovaná pole
X7	23,53	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla
L2	16,36	Lužní lesy

Zdroj: AOPK, vlastní výpočty v prostředí GIS

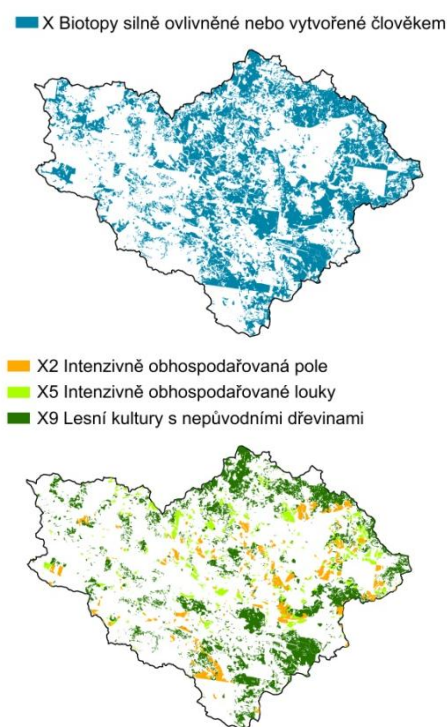
Nejrozsáhlejší plochu zmapované části povodí představují **Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem (X)**. Vlivem silného dopadu lidské činnosti jsou tyto biotopy většinou ochránářsky bezcenné. Vzhledem k úzké vazbě na ekonomickou činnost člověka není ani při případné ekologické významnosti možná konzervativní ochrana. Tab. č. 9. zachycuje rozlohu jednotek těchto biotopů na území povodí Ploučnice. Obr. č. 15 znázorňuje plošné rozložení této skupiny biotopů v povodí a pro přehlednost uvádí rozmístění jen tří nejvíce zastoupených jednotek.

Tab. č. 9: Rozloha jednotlivých kategorií Biotopů silně ovlivněných nebo vytvořených člověkem (X)

Šedě jsou zvýrazněny nejvyšší hodnoty.

	Rozloha (km ²)	Část plochy X (%)
X1	39,76	9,67
X2	48,08	11,69
X3	29,64	7,21
X4	0,41	0,10
X5	45,80	11,14
X6	4,19	1,02
X7	23,53	5,72
X8	0,23	0,05
X9	186,62	45,38
X10	11,72	2,85
X11	7,53	1,83
X12	9,48	2,30
X13	3,06	0,74
X14	1,20	0,29
X	411,24	100,00

Obr. č. 15: Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem (X) v povodí Ploučnice



Zdroj: © Nálezová databáze AOPK ČR, vlastní zpracování v prostředí GIS (ArcMap)

Z této kategorie biotopů významně převládá na zmapované části povodí Ploučnice skupina **Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9)**. Jedná se o lesní kultury s vysazenými druhy dřevin, jež nebyly součástí přirozených lesů, popř. v nich byly výrazně méně zastoupeny. Mezi nejčastější nepůvodní jehličnany patří smrk ztepilý (*Picea Abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). U listnatých stromů jde o jasan ztepilý

(*Fraxinus excelsior*), topol kanadský (*Populus x canadensis*), dub červený (*Quercus rubra*) a trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*). V povodí Ploučnice převládají (89 %) nad Lesními kulturami s nepůvodními listnatými dřevinami (X9B) Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami (X9A), které se hojně vyskytují v Lužických horách v severní části povodí a na jihovýchodě v oblasti Kotelské a Bezděžské vrchoviny.

Dále jsou v povodí významně zastoupena **Intenzivně obhospodařovaná pole (X2)**. Tato skupina představuje kultury obilovin a okopanin, u kterých dochází k pravidelnému ošetření herbicidy. V těchto kulturách se často objevují plevelné neofyty, jež rostou převážně na polních okrajích, kde dochází k nižšímu zásahu herbicidy.

Stejně zastoupení jako předchozí kategorie mají i **Intenzivně obhospodařované louky (X5)**. Jedná se o druhově chudé louky, které jsou silně hnojené, vícekrát do roka sečené nebo přeorávané, a výsevy travních směsí, ve kterých často dominují trávy psárka luční (*Alopecurus pratensis*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*) nebo jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum*), jejichž příměsí jsou širokolisté nitrofilní byliny, převážně kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*) a šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*). Dále se jedná o pole s výsevy jetelovin a louky postižené odvodněním, u kterých dominuje medyněk vlnatý (*Holcus lanatus*) nebo trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens*).

Dále mají významný podíl plochy biotopy jednotky **Urbanizovaná území (X1)**. Tato kategorie zahrnuje zastavěné části obcí nebo průmyslových a zemědělských objektů, včetně rudерální a dřevinné vegetace, parků, stromořadí a dřevin na plochách mezi zástavbou.

Podstatné plošné zastoupení má dále jednotka **Extenzivně obhospodařovaná pole (X3)**, ta je představována kulturami obilovin a okopanin na extenzivně obhospodařovaných polích, kde se často vyskytují archeofytní plevele. Do této kategorie patří i zemědělská půda ležící ladem, popř. opuštěná orná půda s převažujícími jednoletými plevely.

Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) zahrnuje porosty rudерálních a synantropních bylin, mezi kterými často dominují invazní druhy, mimo lokality definované pro jednotku Urbanizovaná území (X1).

Z přírodních biotopů jsou v povodí Ploučnice nejvíce zaznamenány **Lesy (L)**, jejich dílčí jednotky s evidovanou rozlohou obsahuje tab. č. 10, grafické znázornění jejich rozložení v povodí zachycuje obr. č. 16.

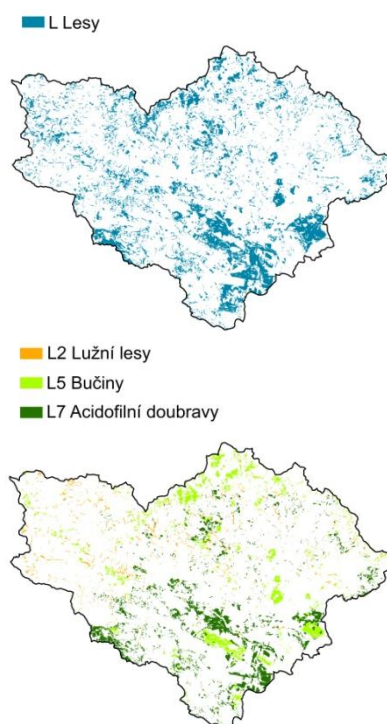
Tab. č. 10: Rozloha jednotlivých kategorií

Lesů (L)

Šedě jsou zvýrazněny nejvyšší hodnoty.

	Rozloha (km ²)	Část plochy L (%)
L1	3,35	1,76
L2	16,36	8,56
L3	13,44	7,04
L4	15,57	8,15
L5	50,45	26,41
L6	0,34	0,18
L7	70,42	36,87
L8	13,15	6,89
L9	3,52	1,84
L10	4,40	2,30
L	191,00	100,00

Obr. č. 16: Lesy (L) v povodí Ploučnice



Zdroj: © Nálezová databáze AOPK ČR, vlastní zpracování v prostředí GIS (ArcMap)

Největší rozlohu zaujímá jednotka **Acidofilní doubravy (L7)**, jak uvádí tab. č. 10. Tento biotop tvoří druhově chudé lesy s dominantním dubem zimním (*Quercus petraea*) nebo d. letním (*Q. robur*). Dále se zde objevuje bříza bělokorá (*Betula pendula*), jedle bělokorá (*Abies alba*), bříza pýřitá (*Betula pubescens*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) nebo topol osika (*Populus tremula*). V keřovém patře se často vyskytuje krušina olšová (*Frangula alnus*). Nejvíce zaznamenanou podjednotkou acidofilních doubrav (89 %) v povodí Ploučnice jsou Subkontinentální borové doubravy (L7.3), podle názvosloví potenciální přirozené vegetace (Neuhäuslová et al. 2001) vedeny jako Brusinková borová doubrava (38), uvedena na obr. č. 13, na s. 48. Charakteristická je dominance borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a dubu zimního (*Quercus petraea*), popř. d. letního (*Q. robur*). V bylinném patře převládá borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*). Mechové patro představuje především travník Schreberův (*Pleurozium schreberi*). Výskyt těchto lesů je vázán na živinami chudé, kyselé, vysychavé kambizemě na pískovcích či kvartérních píscích a štěrcích. V povodí Ploučnice jsou registrovány převážně v jeho jižní části.

Dále jsou na zájmovém území významně evidovány **Bučiny (L5)**. Dominantním druhem je buk lesní (*Fagus sylvatica*), často doplňován javorem mléčem (*Acer platanoides*), j. klenem (*A. pseudoplatanus*), lípou malolistou (*Tilia cordata*), jedlí bělokorou (*Abies alba*) nebo smrkem ztepilým (*Picea abies*). Bylinné patro je značně variabilní. V povodí Ploučnice jsou v rámci bučin nejhojněji (67 %) zaznamenány Acidofilní bučiny (L5.4), na obr. č. 13, na s. 48 podle Neuhäuslové et al. (2001) uvedeny jako Biková bučina (24). Tuto podjednotku tvoří výše zmíněné dřeviny, keřové patro často chybí, bylinné patro je druhově chudé a jeho pokryvnost bývá max. do 50 %, v tzv. nahých bučinách úplně chybí. Mechorosty, nejčastěji dvouhrotec chvostnatý (*Dicranum scoparium*) a ploník (*Polytrichum* spp.), se vyskytují především na kamenech a padlých kmenech. Rozšíření acidofilních bučin je vázáno na minerálně chudé půdy na kyselých substrátech, popř. na minerálně bohatších horninách na exponovaných svazích ochuzených o živiny. Tyto lesy se vyskytují v suprakolinních až montáních polohách, což je v povodí Ploučnice dokumentováno výskytem v oblasti Lužických hor. Významně jsou zastoupeny i v jižní části povodí.

V blízkosti vodních toků se hojně nacházejí **Lužní lesy (L2)**, které svou rozlohou představují v povodí Ploučnice třetí nejzastoupenější lesní jednotku. V těchto světlých lesích dominuje nejčastěji olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), o. šedá (*A. incana*), jasan úzkolistý podunajský (*Fraxinus angustifolia* subsp. *Danubialis*), j. ztepilý (*F. excelsior*), jilm vaz (*Ulmus laevis*), j. habrolistý (*U. minor*), dub letní (*Quercus robur*), vrba bílá (*Salix alba*), v. křehká (*S. fragilis*), topol bílý (*Populus alba*) nebo t. černý (*P. nigra*). V bylinném patře se objevuje široké spektrum vlhkomilných druhů. Výskyt lužních lesů je vázán na nehlubokou a kolísající hladinu podzemní vody, tedy na pásma potočních a říčních břehů a niv, popř. terénní sníženiny a prameniště. V povodí Ploučnice jsou téměř 100% lužní lesy určeny jako Údolní jasanovo-olšové luhy (L2.2), podle Neuhäuslové et al. (2001) na obr. č. 13 (s. 48) nazvány Střemchová jasanina (1). Charakteristická je dominance olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) nebo jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) a příměsí dalších dřevin. Keřové i bylinné patro je druhově bohaté a husté, mechové patro bývá jen slabě vyvinuto.

Třetí nejrozšířenější skupinou biotopů v povodí Ploučnice jsou vyhodnoceny **Sekundární trávníky a vřesoviště (T)**, téměř zcela, jak je uvedeno v tab. č. 11, zastoupené jednotkou **Louky a pastviny (T1)**. Prostorové rozmístění dané skupiny v rámci povodí zachycuje obr. č. 17. Louky a pastviny jsou představovány nízkostébelnatou až vysokostébelnatou vegetací, ve které dominují trávy, např. psárka luční (*Alopecurus pratensis*), tomka vonná (*Anthoxanthum odoratum*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), kostřava luční (*Festuca pratensis*), k. červená (*F. rubra* s. lat.), medyněk vlnatý (*Holcus lanatus*) a lipnice luční (*Poa pratensis* s. lat.) a byliny rodů pcháč (*Cirsium*), kakost (*Geranium*), jetel (*Trifolium*) aj. Zastoupení jednotlivých druhů je vázáno na četnost sečí a obsah živin v půdě. Mechové patro dosahuje pokryvnosti do 10 %. Většinu rozlohy (67 %) jednotky Louky a pastviny představuje podjednotka Mezofilní ovsíkové louky (T1.1), charakteristická dominancí ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*) v nížinách a pahorkatinách nebo dominancí kostřavy červené (*Festuca rubra* s. lat.) v podhorských oblastech. Výška porostů dosahuje až 1 m, pokryvnost se obvykle pohybuje mezi 60-100 %. Mechové patro je vyvinuto jen omezeně na vlhkých lokalitách. Porosty s ovsíkem se nacházejí na živinami bohatých půdách, zatímco porosty s kostřavou převládají na živinami chudých půdách vyšších poloh. Porosty bývají dvakrát ročně koseny, popř. příležitostně přepásány. V oblasti povodí Ploučnice jsou tyto biotopy zaznamenány roztroušeně po většině severní poloviny území.

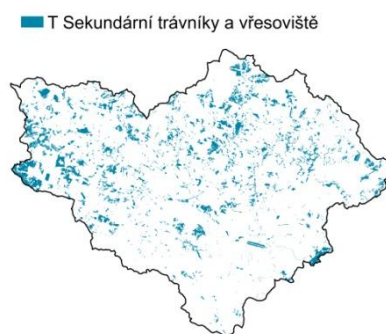
Tab. č. 11: Rozloha jednotlivých kategorií

Sekundárních trávníků a vřesovišť (T)

Šedě jsou zvýrazněny nejvyšší hodnoty.

	Rozloha (km ²)	Část plochy T (%)
T1	103,20	93,69
T2	0,97	0,88
T3	2,89	2,62
T4	0,74	0,67
T5	2,19	1,99
T6	0,00	0,00
T8	0,16	0,15
T	110,14	100,00

Obr. č. 17: Sekundární trávníky a vřesoviště (T) v povodí Ploučnice



Zdroj: © Nálezová databáze AOPK ČR, vlastní zpracování v prostředí GIS (ArcMap)

V soustavě Natura 2000 jsou zařazeny pouze ochránářsky významné biotopy. Seznam těchto evropsky významných stanovišť¹⁹ je součástí přílohy směrnice 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Mezi nimi jsou ekologicky více ceněné biotopy určeny jako prioritní.

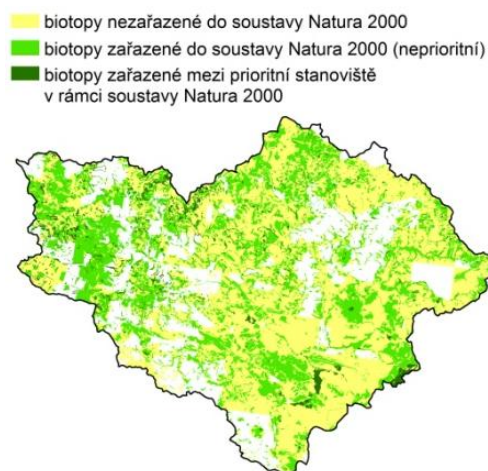
V povodí Ploučnice je evidováno 192,2 km² (26 % rozlohy určených biotopů) stanovišť, která jsou zařazena do soustavy Natura 2000. Z těchto patří 40,8 km² (21 %) mezi stanoviště prioritní, která tak tvoří 5,6 % plochy všech určených biotopů. Dále je na daném území zmapováno 538,6 km² (74 % plochy určených biotopů) ochránářsky méně významných typů biotopů, které Natura 2000 nezahrnuje. Přehledně je toto rozdělení biotopů uvedeno v tab. č. 12 a graficky na obr. č. 18 a v grafu č. 4.

Tab. č. 12: Rozloha biotopů rozdělených podle vztahu k soustavě Natura 2000

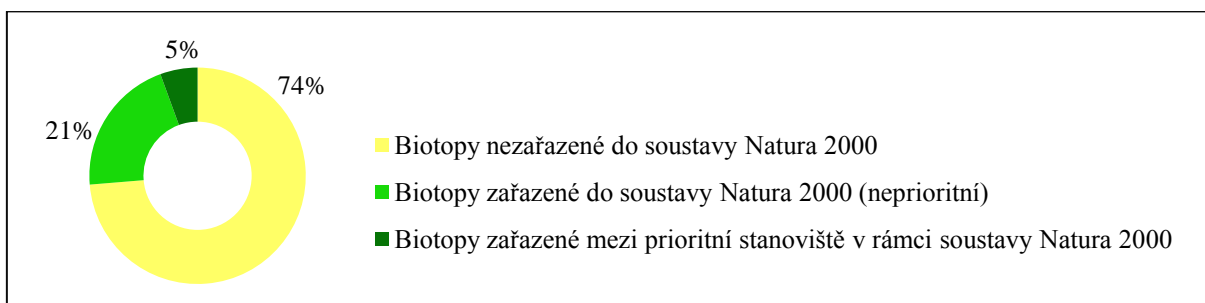
	Rozloha (km ²)	Část plochy určených biotopů (%)
Biotopy nezařazené do soustavy Natura 2000	538,6	73,7
Biotopy zařazené do soustavy Natura 2000 (neprioritní)	151,36	20,7
Biotopy zařazené mezi prioritní stanoviště v rámci soustavy Natura 2000	40,84	5,6

Obr. č. 18: Plošné rozšíření biotopů rozdělených podle vztahu k soustavě Natura 2000

Prioritní stanoviště blíže uvádí obr. č. 19 na s. 58.



Graf č. 4: Rozloha biotopů rozdělených podle vztahu k soustavě Natura 2000



Zdroj: © Nálezová databáze AOPK ČR, vlastní zpracování v prostředí GIS (ArcMap)

¹⁹ Termín stanoviště je v rámci projektu Natura 2000 používán ve smyslu biotop.

Přehled konkrétních prioritních stanovišť s jejich rozlohou v povodí přináší tab. č. 13, grafické znázornění následně obr. č. 19.

Tab. č. 13: Prioritní typy přírodních stanovišť podle soustavy Natura 2000 a jejich registrovaná rozloha v povodí Ploučnice

Šedě jsou zvýrazněna stanoviště s největší rozlohou.

Biotop	Rozloha (km ²)	Typ přírodního stanoviště soustavy Natura 2000	
L2.1	0,01	91E0	Smíšené jasanovo-olšové lužní lesy temperátní a boreální Evropy (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)
L2.2A	6,96		
L2.2B	9,38		
L2.4	0,004		
L4	15,57	9180	Lesy svazu <i>Tilio-Acerion</i> na svazích, sutích a v roklich
L6.1	0,004	91H0	Panonské šipákové doubravy
L6.4	0,23	91I0	Eurosibiřské stepní doubravy
L9.2A	0,43	91D0	Rašelinný les
L10.1	0,65		
L10.2	3,55		
L10.3	0,19		
S2A	0,0001	8160	Vápnité sutě pahorkatin a horského stupně
T2.3B	0,97	6230	Druhově bohaté smilkové louky na silikátových podložích v horských oblastech (a v kontinentální Evropě v podhorských oblastech)
T3.3D	0,002	6210	Polopřirozené suché trávníky a facie křovin na vápnatých podložích (<i>Festuco-Brometalia</i>)
T3.4C	0,01		
T3.4D	0,14		
T3.5B	2,73		

Zdroj: AOPK; vlastní výpočty v prostředí GIS

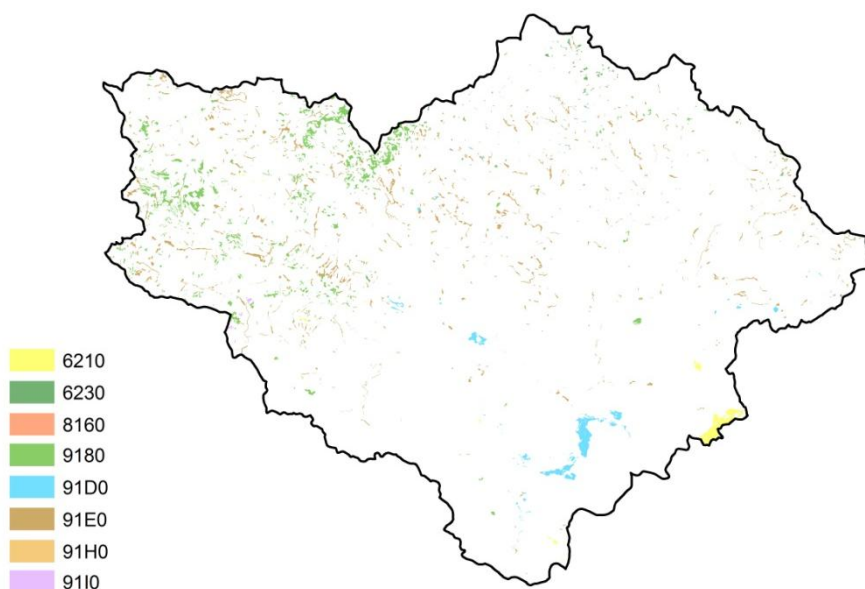
Plošně nejvíce zastoupeným prioritním stanovištěm v povodí Ploučnice jsou vyhodnoceny **Smíšené jasanovo-olšové lužní lesy temperátní a boreální Evropy (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) (91E0)**. Do tohoto stanoviště jsou zařazeny lužní lesy jednotek L2.1, L2.2 a L2.4, které jsou charakterizovány v předchozím textu. Mezi lokality, kde je stanoviště předmětem ochrany, patří Horní Ploučnice, s plochou 0,17 km² tohoto biotopu (Natura 2000). Dále se toto stanoviště hojně vyskytuje při vodních tocích na území celého povodí.

Mezi prioritní stanoviště patří také **Lesy svazu *Tilio-Acerion* na svazích, sutích a v roklich (9180)**. Suťové lesy jsou azonálním stanovištěm s vysokou diverzitou dřevin, uplatňují se zde javor mléč (*Acer platanoides*), j. klen (*A. pseudoplatanus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*),

Vysokou diverzitu má i keřové patro, bylinné patro je tvořené nitrofilními druhy, mechové patro je vyvinuto zejména na balvanitých sutích. Výskyt těchto lesů je vázán na strmé svahy a rokle se skeletnatými a živinami bohatými půdami. V povodí Ploučnice je výskyt suťových lesů výrazně koncentrován v západní části území, jak dokládá obr. č. 19. Mezi evropsky významné lokality však patří Ronov – Vlhošť (0,18 km² suťových lesů), Ralsko (0,17 km²), Jezevčí vrch (0,08 km²) a Lužickohorské bučiny (0,04 km²) (Natura 2000).

Dále je evidováno významné plošné zastoupení stanoviště **Rašelinný les (91D0)**. Jedná se o rozvolněné lesy tvořené porosty břízy pýřité (*Betula pubescens*), borovice blatky (*Pinus rotundata*), b. lesní (*P. sylvestris*) a smrku ztepilého (*Picea abies*). Keřové patro je tvořeno zmlazujícími dřevinami stromového patra. Bylinné patro je nezapojené, vyskytují se zde kyhanka bažinná (*Andromeda polifolia*), vřes obecný (*Calluna vulgarit*), rojovník bahenní (*Ledum balustre*), klikva bahenní (*Oxycoccus palustris* s. lat.) a keřičky rodu brusnice (*Vaccinium*). Nejvyšší pokryvnost, zpravidla 50-100 %, mají mechorosty, mezi nimiž dominuje rašeliník (*Sphagnum* spp.). Rašelinné lesy se objevují v oblastech rovin a terénních sníženin, kde hladina podzemní vody část roku dosahuje povrchu půdy. Výskyt převažuje na minerálně chudém podloží ve srážkově bohatých oblastech. Jako evropsky významná lokalita je registrováno Jestřebsko-Dokesko s udávanou rozlohou rašelinných lesů 3,5 km² (Natura 2000), jež je dobře viditelné na obr. č. 19.

Obr. č. 19: Prioritní typy přírodních stanovišť podle soustavy Natura 2000 v povodí Ploučnice
Kódy stanovišť jsou vysvětleny v tab. č. 13 na s. 57.



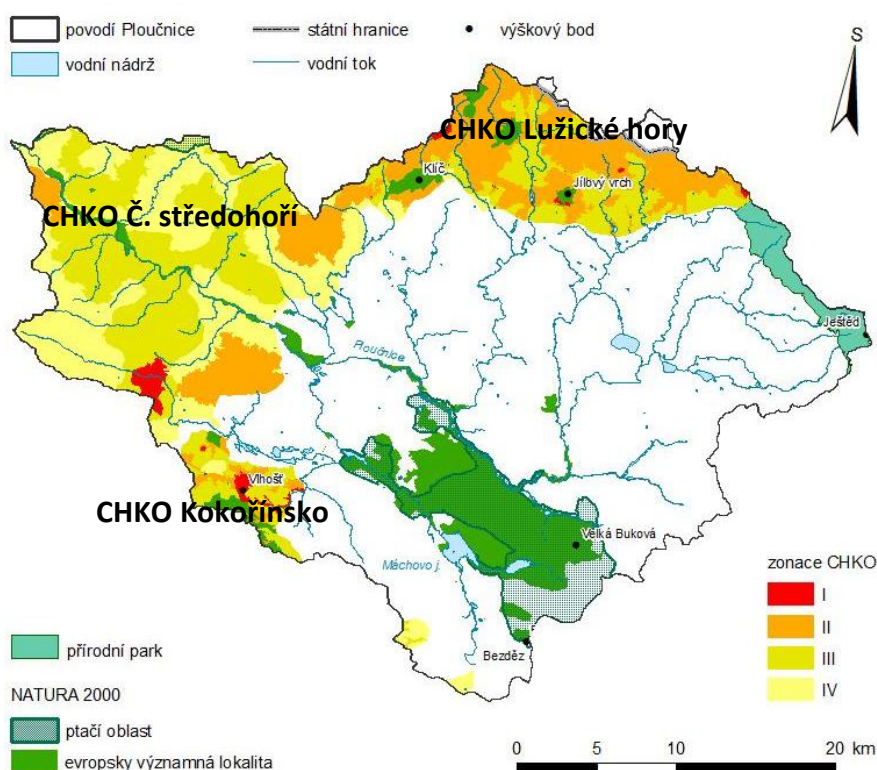
57.

Zdroj: AOPK, vlastní zpracování (ArcMap)

3.8 Ochrana přírody

Na sledované území zasahují tři chráněné krajinné oblasti (CHKO Lužické hory, CHKO České středohoří, CHKO Kokořínsko). Zároveň je zde evidován značný počet maloplošných chráněných území. V rámci soustavy Natura 2000 je nejrozsáhlejší evropsky významnou lokalitou Jestřebsko–Dokesko, významné svou mokřadní vegetací. Dalšími evropsky významnými lokalitami jsou např. Klíč, Jílový vrch²⁰ či Vlhošť, území, která jsou zároveň chráněna jako první zóna chráněných krajinných oblastí. Českolipsko–dokeské pískovce a mokřady jsou vyhlášené jako ptačí oblast za účelem ochrany populací jeřába popelavého (*Grus grus*), lelka lesního (*Caprimulgus europaeus*) či skřivana lesního (*Lullula arborea*) (Natura 2000). Na seznamu Ramsarské úmluvy je ze sledovaného území zapsán Břežňanský a Novozámecký rybník. Ze soustavy přírodních parků zasahuje do povodí PP Ještěd. V rámci struktury územního systému ekologické stability leží v povodí nadregionální biocentrum Břehyně–Pecopala (AOPK). Vybrané kategorie ochrany přírody znázorňuje obr. č. 20.

Obr. č. 20: Ochrana přírody v povodí Ploučnice



Zdroj: data ArcCR, data z VÚV a Portálu veřejné správy ČR (podle AOPK ČR a ČSÚ), vlastní zpracování (ArcMap)

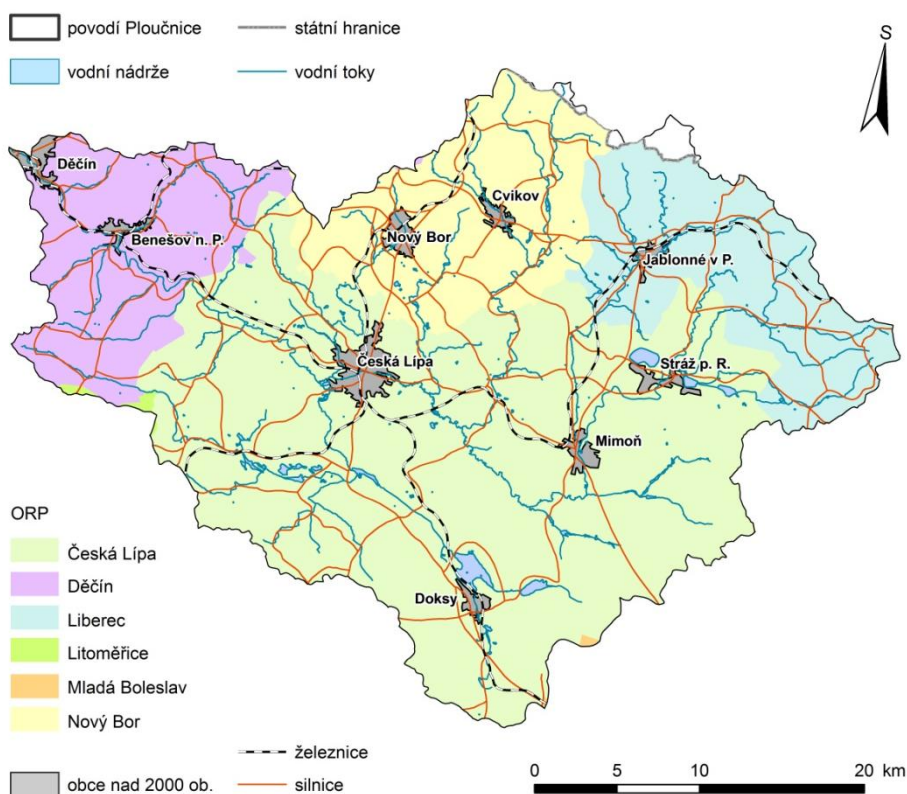
²⁰ V rámci soustavy Natura 2000 registrován jako Jezevčí vrch.

3.9 Socioekonomické poměry

Povodí Ploučnice se rozkládá na území krajů převážně Libereckého a méně Ústeckého. Do povodí zasahují ORP Česká Lípa, Nový Bor, Děčín, Liberec a nepatrně Litoměřice a Mladá Boleslav. Malé severní výběžky povodí zasahují mimo hranice České republiky.

Na území povodí Ploučnice žije v 71 obcích asi 110 000 obyvatel. Více jak 80 % obcí má méně než 1 000 obyvatel. Centrem oblasti je Česká Lípa s 40 000 obyvateli, z dopravního hlediska významný železniční uzel. Dalšími významnými městy, která mají více než 2 000 obyvatel, jsou Nový Bor, Mimoň, Doksy, Cvikov, Benešov nad Ploučnicí, Stráž pod Ralskem a Jablonné v Podještědí. Hustota zalidnění území je 89,9 ob./km², což odpovídá pouze 69 % hodnoty průměrné hustoty zalidnění České republiky (data ArcCR, vlastní výpočty v prostředí GIS). Rozmístění obyvatelstva je však velmi nerovnoměrné, maximální je přirozeně ve městech a jejich blízkém okolí. Dopravní síť, stejně jako administrativní členění a nejvýznamnější sídla v povodí Ploučnice jsou znázorněny na obr. č. 21.

Obr. č. 21: Socioekonomické poměry v povodí Ploučnice



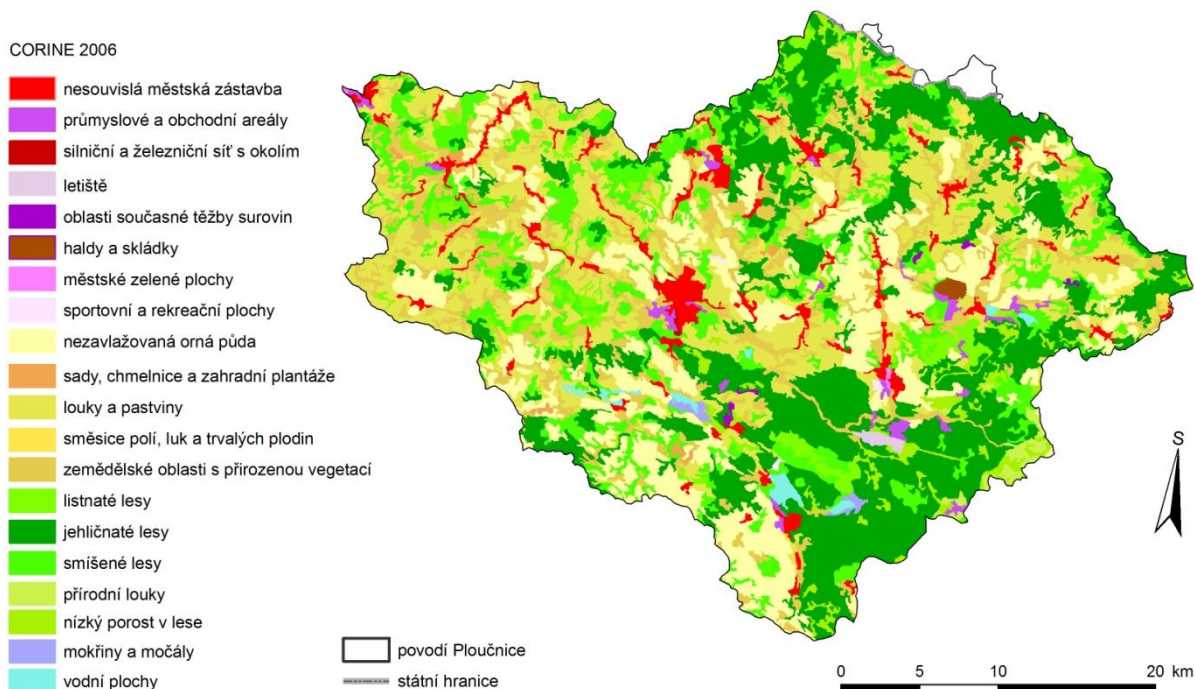
Zdroj: data ArcCR, data z VÚV, vlastní zpracování (ArcMap)

V České Lípě hraje dominantní roli z hlediska průmyslu výroba automobilových doplňků (Johnson Controls, Fehrer Bohemia). Severní část území s centrem Nový Bor je tradiční sklářskou výrobou (Crystalex, Egermann, Ajeto). V Benešově nad Ploučnicí je významný textilní průmysl (Benar) a kovovýroba (Interkov). V rámci zemědělské činnosti se ve sledovaném území významně pěstuje pšenice, ječmen a řepka olejná.

V oblasti dochází k významné těžbě sklářských písků a lomového kamene. Od 70. do 90. let 20. století probíhala v oblasti Stráže pod Ralskem těžba uranu. Uran byl získáván hlubinnou a chemickou těžbou. Při louhování uranu kyselinou sírovou při chemické těžbě došlo ke kontaminaci podzemní vody, způsobené nedostatečnou izolací vrtů, kterými byla kyselina transportována do podzemí. Ačkoliv byla těžba uranu v této oblasti ukončena v 90. letech 20. století, sanace kontaminovaných půd a podzemních vod bude trvat ještě mnoho let (Toniková 2006).

Podle databáze Corine, které vyčleňuje plochy podle hospodářského využití, převládají v oblasti lesy (přes 40 %). Významný je i podíl travních porostů (21 %) a orné půdy (17 %). Kompletní klasifikace daného území je uvedena na obr. č. 22.

Obr. č. 22: Hospodářské využití ploch (Corine 2006) v povodí Ploučnice



Zdroj: data z VÚV a Národní geoportál INSPIRE, vlastní zpracování (ArcMap)

4. METODIKA

Tato práce se zabývá dvěma soubory dat. Prvním je soubor fytoocenologických snímků, které byly vybrány z České národní fytoocenologické databáze (Chytrý, Rafajová 2003). V analýze byly použity všechny existující snímky, evidované v databázi, ležící na území povodí Ploučnice. Druhým typem dat jsou výsledky vlastního terénního mapování vybraných invazních neofytů v příbřežní zóně vodních toků v povodí Ploučnice.

Podle Chytrého et al. (2008b) je invazní zatížení vegetace závislé především na typu biotopu, ve kterém je sledováno, a nadmořské výšce. Proto je cílem této práce určit invadovanost jednotlivých biotopů a následně ji zobrazit s ohledem na nadmořskou výšku na mapě povodí Ploučnice. Kromě závislosti invadovanosti na nadmořské výšce jsou řešeny vztahy invadovanosti a dalších charakteristik snímků (zastoupení dílčích kategorií druhů, diverzita, rok záznamu).

Biotopy byly určeny na základě digitální vektorové vrstvy mapování biotopů (verze květen 2009), poskytnuté Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR. Nadmořská výška byla stanovena na základě modelu vrstevnic ZABAGED[®]. Vzájemné propojení dat bylo provedeno v programu ArcGIS 9 (ArcMap 9.2). Pro statistické hodnocení byl použit program SPSS Statistics 17.0. Závislosti mezi hodnotami invadovanosti a nadmořské výšky, popř. dalších charakteristik, byly určovány na základě neparametrického Spearmanova koeficientu korelace, a to z důvodu rozdělení hodnot dat, které ve většině případů nelze považovat za normální. Grafy analyzovaných vztahů byly vytvořeny v programu MS Excel 2007. Regresní rovnice byla vybrána lineární, nebo logaritmická podle vyšší hodnoty spolehlivosti. Předpovědné mapy invadovanosti byly vytvořeny na základě signifikantních vztahů mezi invadovaností a nadmořskou výškou v jednotlivých biotopech. Pro biotopy, u nichž se neprokázal statisticky významný vztah, byla pro grafické znázornění použita střední hodnota invadovanosti daného biotopu. Střední hodnota byla vybrána za účelem eliminace vlivu odlehklých hodnot. Kategorie mozaika a neurčený biotop nebyly při konstrukci předpovědných map použity. Pro vytvoření map byl použit opět program ArcGIS 9 (ArcMap 9.2).

4.1 Data fytocenologických snímků (nepůvodní druhy rostlin)

Jako charakteristiky invadovanosti fytocenologických snímků byly použity podíl počtu nepůvodních druhů ze všech druhů ve snímku a jejich celková pokryvnost, dále byly tyto ukazatele určeny také pro archeofyty a neofyty odděleně. Celková pokryvnost dané skupiny druhů vychází z předpokladu možnosti náhodného překryvu jednotlivých druhů rostlin, proto je určena podle vzorce $c_s = c_x + (1 - c_x) \cdot c_y + [1 - c_x - (1 - c_x) \cdot c_y] \cdot c_z$, kde c_s je celková pokryvnost a c_x , c_y a c_z pokryvnosti jednotlivých druhů. Celková pokryvnost tak nabývá hodnot 0-100 % (Tichý, Holt 2006). Hodnocení invadovanosti fytocenologických snímků bylo provedeno v programu JUICE 7.0.61 (Tichý 2002).

Ze seznamu rostlinných druhů ve snímcích byly odebrány mechorosty a lišejníky, a to z důvodu nejednotnosti způsobu a různé kvality jejich zaznamenávání (Chytrý 2000), zároveň nejsou tyto druhy pro prováděné analýzy významné. Poté došlo mezi druhy ke sjednocení pater, čímž byly eliminovány vícenásobné záznamy identických druhů. Pokryvnosti z různých pater byly sečteny podle výše uvedeného vzorce. Dále byly v souboru dat determinovány duplicitní snímky, které byly následně odstraněny.

Pro další analýzy (hodnocení invadovanosti biotopů, vztah invadovanosti a nadmořské výšky atd.) byly použity pouze invadované snímky, tedy s výskytem alespoň jednoho nepůvodního druhu. Důvodem je snaha o eliminaci vlivu velkého množství neinvadovaných snímků, které je dáno snímkováním především ekologicky hodnotných a nezatížených lokalit. Tento důvod je dále podpořen předpokladem, že pokud se v určitém biotopu vyskytuje invadovaný snímek, tento biotop je invazibilní a může být zatížen i v jiných oblastech. Analogicky byly charakteristiky biotopů ohledně archeofytů získány pouze ze snímků, které obsahují alespoň jeden archeofytní druh, stejně tak u neofytů. Použité snímky byly zaznamenány v období mezi roky 1953 až 2005.

4.2 Data vlastního terénního mapování (invazní neofyty v břehové vegetaci)

Hodnocená data invadovanosti byla získána při vlastním terénním mapování, které proběhlo v srpnu a září 2007. Mapování proběhlo podle metodiky vytvořené v rámci projektu Projekt VaV SM/2/57/05 – Dlouhodobé změny poříčních ekosystémů v nivách toků postižených extrémními záplavami. Autorem metodiky je Matějček in Langhammer et al. (2005). V rámci mapování je sledováno 17 taxonů vybraných invazních neofytů. Jejich výskyt

je hodnocen v pásu břehové vegetace, který je za tímto účelem rozdělen na segmenty o délce 500 ± 150 m. Mapování je prováděno na levém a pravém břehu zvlášť. Pro každý segment je určen počet přítomných sledovaných taxonů (PT) a součet počtu jedinců daných taxonů, zaznamenaných pomocí logaritmické stupnice (PJ). Z těchto hodnot je následně určen prostý index zatížení invazními neofyty jako $I_p = PT + \log PJ$ a vážený index zatížení invazními neofyty jako $I_v = \log (\sum PJ_t \cdot k_t)$, kde k_t je koeficient taxonu zohledňující charakter konkrétního neofytu. Podrobněji metodiku vysvětluje např. Matějček (2009).

Typ biotopu u segmentů byl určen podle maximálního (alespoň však třetinového) podílu v rámci skladby biotopů v daném segmentu. Hodnoty pro počet jedinců odpovídají odhadům skutečného počtu kusů ještě před převedením na intervaly (1-9, 10-99, 100-999 atd.), používané v rámci použité metodiky mapování. Důvodem je snaha o přesnější charakter dat a následnou analýzu vztahu k nadmořské výšce atd.

5. VÝSLEDKY

5.1 Data fytocenologických snímků (nepůvodní druhy rostlin)

Z původních 1754 fytocenologických snímků, získaných z České národní fytocenologické databáze (Chytrý, Rafajová 2003), které leží na území povodí Ploučnice, bylo po vyloučení duplicitních snímků použito k hodnocení invadovanosti 1725 snímků. Jen 364 z nich (21 %) bylo určeno jako invadované. Z těchto snímků bylo 222 zatíženo archeofyty a 211 neofyty. V 69 případech byl zaznamenán výskyt archeofytů i neofytů zároveň.

V hodnoceném souboru fytocenologických snímků se vyskytuje 115 nepůvodních druhů rostlin. Archeofyty jsou zastoupeny 82 druhy, neofyty 33 druhy. Podle fáze invaze lze dané druhy rozdělit na 11 přechodně zavlečených (4 archeofyty, 7 neofytů), 77 naturalizovaných (69 archeofytů, 8 neofytů) a 27 invazních (9 archeofytů, 18 neofytů).

Průměrný počet nepůvodních druhů v invadovaném snímku je 2,8, průměrný podíl jejich počtu činí 14,1 % a průměrná pokryvnost dosahuje 11,5 %. Průměrné hodnoty jsou však v tomto případě zavádějící, neboť je silně ovlivňují vysoká zatížení některých snímků. Z 364 invadovaných snímků obsahuje 239 (65,7 % snímků) pouze jeden nepůvodní druh. Vzhledem k charakteru zastoupení hodnot je v práci používána střední hodnota místo průměru. Střední hodnota počtu nepůvodních druhů ve snímku se rovná pouze 1. Střední hodnota jejich podílu odpovídá 7,7 % a pokryvnost 3 %. Snímky zatížené archeofyty dosahují stejných hodnot. Snímky zatížené neofyty vykazují nižší invadovanost, střední hodnota počtu neofytů je též 1, jejich podíl 6,4 % a pokryvnost jen 2 %.

5.1.1 Invadovanost biotopů

Při určení biotopu jednotlivým 1725 snímkům bylo určeno, že 1614 snímků se nachází v biotopech invadovaných, zatímco 111 snímků leží v biotopech, které nejsou ani v jednom případě invadované.

Nejvíce invadovaných snímků bylo zaznamenáno v biotopu Vodní toky a nádrže (V1), kde bylo registrováno 79 snímků s nepůvodními druhy. Tento biotop však nepatří mezi často invadované, jen 13 % snímků tohoto biotopu bylo invadováno. Nebereme-li v úvahu 100% zatížení snímků, které charakterizují biotopy jen jedním či dvěma záznamy (L6, T5, X8), lze

určit jako nejčastěji nepůvodními druhy zatížené biotopy Extenzivně a intenzivně obhospodařovaná pole (X3, X2), Urbanizovaná území (X1), Louky a pastviny (T1) a Dubohabřiny (L3). Tyto biotopy se vyznačují alespoň 50% podílem invadovaných snímků. Počet fytoocenologických snímků pro jednotlivé biotopy jsou zaznamenány v tab. č. 14.

Tab. č. 14: Počet fytoocenologických snímků v jednotlivých biotopech

Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

	Biotop	Invadované fyt. snímky		Celkem
		počet	%	
Křoviny	K1	1	33	3
Lesy	L1	8	28	29
	L2	4	33	12
	L3	3	50	6
	L4	1	9	11
	L5	39	28	139
	L6	2	100	2
	L7	13	48	27
Mokřady a pobřežní vegetace	M1	3	6	53
Sekundární trávníky a vřesoviště	T1	18	49	37
	T5	1	100	1
Vodní toky a nádrže	V1	79	13	591
Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem	X1	30	55	55
	X2	14	56	25
	X3	5	71	7
	X6	4	19	21
	X7	4	40	10
	X8	2	100	2
	X9	8	10	77
	X12	1	6	18
Mozaika		62	21	290
Neurčený biotop		62	31	198
Celkem		364	23	1614

K1 Mokřadní vrbiny	T5 Trávníky písčín a mělkých půd
L1 Mokřadní olšiny	V1 Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod
L2 Lužní lesy	X1 Urbanizovaná území
L3 Dubohabřiny	X2 Intenzivně obhospodařovaná pole
L4 Suťové lesy	X3 Extenzivně obhospodařovaná pole
L5 Bučiny	X6 Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla
L6 Teplomilné doubravy	X7 Ruderální bylinná vegetace mimo sídla
L7 Acidofilní doubravy	X8 Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy
M1 Rákosiny a vegetace vysokých ostřic	X9 Lesní kultury s nepůvodními dřevinami
T1 Louky a pastviny	X12 Nálety pionýrských dřevin

Mezi biotopy, u kterých nebyl registrován žádný nepůvodní druh, patří Suché bory (L8), Smrčiny (L9), Rašelinné lesy (L10), Slatinná a přechodová rašeliniště (R2), Skály a droliny (S1), Intenzivně obhospodařované louky (X5), Paseky s podrostem původního lesa (X10) a Paseky s nitrofilní vegetací (X11). Počet fytocenologických snímků v těchto biotopech je uveden v tab. č. 15.

Tab. č. 15: Počet fytocenologických snímků v biotopech bez nepůvodních druhů

Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	L8	L9	L10	R2	S1	X5	X10	X11
Počet fyt. snímků	6	46	27	15	4	4	7	2

L8 Suché bory

L9 Smrčiny

L10 Rašelinné lesy

R2 Slatinná a přechodová rašeliniště

S1 Skály a droliny

X5 Intenzivně obhospodařované louky

X10 Paseky s podrostem původního lesa

X11 Paseky s nitrofilní vegetací

Při hodnocení invadovanosti jako podílu počtu nepůvodních druhů ve snímku se jako nejvíce zatížené jeví snímky biotopu Extenzivně obhospodařovaná pole (X3), kde se střední hodnota zastoupení nepůvodních druhů blíží 40 %. Nad 30 % nepůvodních druhů mají dále snímky Dubohabřin (L3), nad 20 % snímky Lužních lesů (L2) a Ruderální bylinné vegetace mimo sídla (X7). Vzhledem k pokryvnosti nepůvodních druhů jsou nejvíce zatíženy Lužní lesy (L2) s hodnotou 26 %. S hodnotou pokryvnosti 21 % následují Extenzivně obhospodařovaná pole (X3), se 17 % dále Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) a s 16 % Louky a pastviny (T1). Pokryvnost nepůvodních druhů v ostatních biotopech nedosahuje 10 %. Srovnání charakteristik nepůvodních druhů a zvláště archeofytů i neofytů zachycují grafy č. 5 a 6.

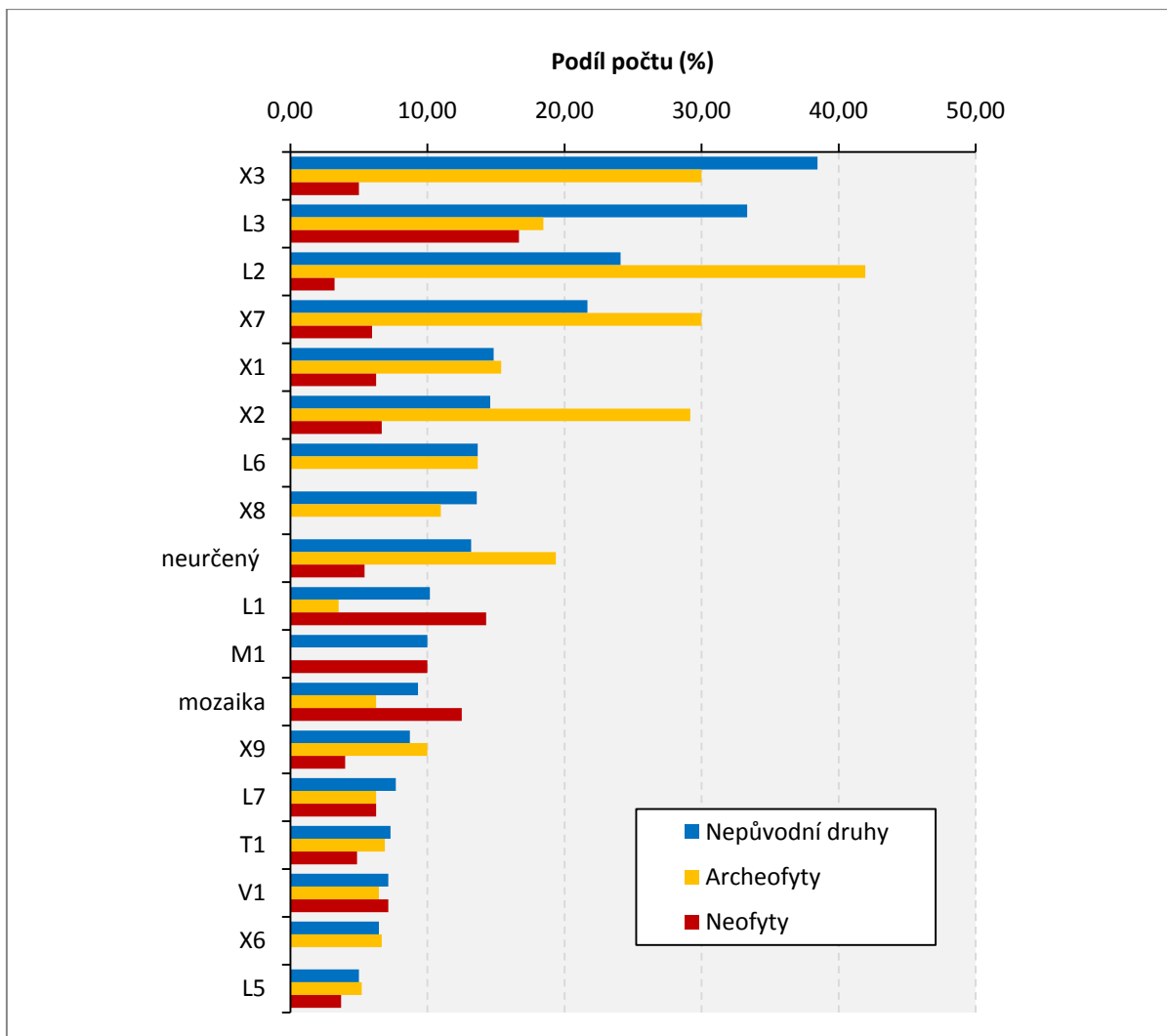
Při hodnocení pouze archeofytů se ukazuje jako biotop s jejich nejvyšším podílem Lužní lesy (42 %), dále potom s 30% zastoupením Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) a Extenzivně i intenzivně obhospodařovaná pole (X3, X2). Zatížení archeofyty z hlediska jejich pokryvnosti se jeví nejvyšší také u Lužních lesů (L2), kde střední hodnota pokryvnosti archeofytů dosahuje téměř 50 %. 30 % dosahuje pokryvnost archeofytů u Ruderální bylinné vegetace mimo sídla (X7). Významná je dále hodnota Extenzivně obhospodařovaných polí (X3), a to 21%, a Luk a pastvin (T1), a to 16 %.

Zastoupení neofytů je výrazně nižší než archeofytů. Nejvyšších hodnot podílu počtu neofytů dosahují se 17 % Dubohabřiny (L3) a se 14 % Mokřadní olšiny (L1). Pokryvnost neofytů se

ukazuje nejvyšší v biotopu Extenzivně obhospodařovaná pole (X3) s hodnotou 8 %. Pokryvnost neofytů v ostatních biotopech nedosahuje 5 %.

Graf č. 5: Podíl počtu nepůvodních druhů, archeofytů a neofytů v jednotlivých biotopech

Biotopy jsou seřazeny podle klesajících hodnot pro nepůvodní druhy. Do analýzy nebyly zahrnuty hodnoty biotopů s pouze jedním invadovaným snímkem, tj. K1, L4, T5, X12. Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod grafem.



K1 Mokřadní vrby

L1 Mokřadní olšiny

L2 Lužní lesy

L3 Dubohabřiny

L4 Sut'ové lesy

L5 Bučiny

L6 Teplomilné doubravy

L7 Acidofilní doubravy

M1 Rákosiny a vegetace vysokých ostřic

T1 Louky a pastviny

T5 Travníky písčín a mělkých půd

V1 Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod

X1 Urbanizovaná území

X2 Intenzivně obhospodařovaná pole

X3 Extenzivně obhospodařovaná pole

X6 Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla

X7 Ruderální bylinná vegetace mimo sídla

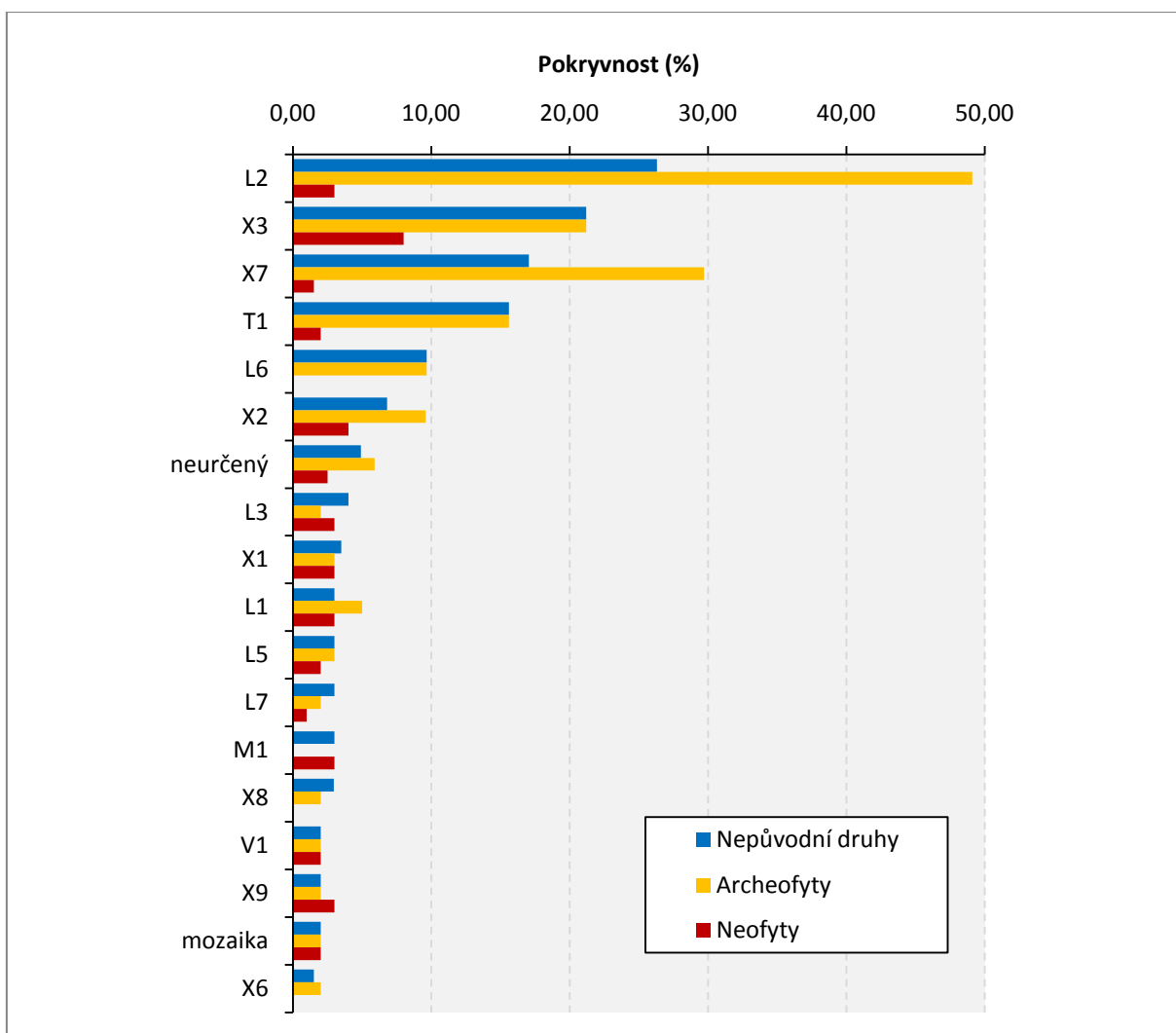
X8 Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy

X9 Lesní kultury s nepůvodními dřevinami

X12 Nálety pionýrských dřevin

Graf č. 6: Pokryvnost nepůvodních druhů, archeofytů a neofytů v jednotlivých biotopech

Biotopy jsou seřazeny podle klesajících hodnot pro nepůvodní druhy. Do analýzy nebyly zahrnuty hodnoty biotopů s pouze jedním invadovaným snímkem, tj. K1, L4, T5, X12. Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod grafem.



K1 Mokřadní vrbiny

L1 Mokřadní olšiny

L2 Lužní lesy

L3 Dubohabřiny

L4 Suťové lesy

L5 Bučiny

L6 Teplomilné doubravy

L7 Acidofilní doubravy

M1 Rákosiny a vegetace vysokých ostřic

T1 Louky a pastviny

T5 Travníky písčin a mělkých půd

V1 Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod

X1 Urbanizovaná území

X2 Intenzivně obhospodařovaná pole

X3 Extenzivně obhospodařovaná pole

X6 Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla

X7 Ruderální bylinná vegetace mimo sídla

X8 Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy

X9 Lesní kultury s nepůvodními dřevinami

X12 Nálety pionýrských dřevin

5.1.2 Nepůvodní druhy rostlin v jednotlivých biotopech

Jako nepůvodní druh s nejčastějším výskytem (58 snímků) byl vyhodnocen naturalizovaný neofyt psineček veliký (*Agrostis gigantea*). Dalším druhem s nejvyšší frekvencí výskytu je invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*) (51 snímků), vyskytující se s pokryvností až 40 % především na Vlhkých pcháčových loukách (T1.5). Významně frekvencí ale nevýrazně pokryvností je dále zastoupen invazní neofyt vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*) (43 snímků). Hojně je zaznamenán také invazní archeofyt heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*) (38 snímků), vyskytující se převážně na Extenzivně a intenzivně obhospodařovaných polích (X3, X2).

Nejčastějším nepůvodním druhem Extenzivně obhospodařovaných polí (X3) je invazní archeofyt heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), vyskytující se v 60 % invadovaných snímků tohoto biotopu. Ve 40 % snímků se dále objevuje invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*) a naturalizované archeofyty kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*), mléč zelinný (*Sonchus oleraceus*) a locika kompasová (*Lactuca serriola*).

V Dubohabřinách (L3) se v 67 % invadovaných snímků vyskytuje invazní neofyt turanka kanadská (*Conyza canadensis*). Dále ve třetině invadovaných snímků jsou zaznamenány invazní neofyty rozrazil perský (*Veronica persica*) a heřmánek terčovitý (*Matricaria discoidea*), invazní archeofyt heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*) a naturalizované archeofyty kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*) a hluchavka bílá (*Lamium album*).

V polovině invadovaných snímků Lužních lesů (L2) se vyskytují invazní archeofyty heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), pcháč oset (*Cirsium arvense*) a naturalizované archeofyty kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*), kolenec rolní (*Spergula arvensis*), lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*), opletka obecná (*Fallopia convolvulus*), kapustka obecná (*Lapsana communis*) a pomněnka rolní (*Myosotis arvensis*).

V invadovaných snímcích Ruderální bylinné vegetace mimo sídla (X7) se v polovině případů objevují invazní archeofyty heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*) a pcháč oset (*Cirsium arvense*) a naturalizované archeofyty drchnička rolní (*Anagallis arvensis*), vikev úzkolistá (*Vicia angustifolia*), v. chlupatá (*V. hirsuta*) a opletka obecná (*Fallopia convolvulus*).

Nejčastějším nepůvodním druhem biotopu Urbanizovaná území (X1) se jeví invazní archeofyt vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), zaznamenaný ve 27 % invadovaných snímků. V 17 % invadovaných snímků se dále objevují invazní neofyt ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*) a naturalizovaný archeofyt vlaštovičník větší (*Chelidonium majus*).

Jako nejčastější nepůvodní druh Intenzivně obhospodařovaných polí (X2) se projevil invazní archeofyt heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), vyskytující se v 36 % invadovaných snímků tohoto biotopu. Ve 29 % snímků se dále objevují invazní archeofyty chundelka metlice (*Apera spica-venti*) a pcháč oset (*Cirsium arvense*) a naturalizované archeofyty kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*), chmerek roční (*Scleranthus annuus*), máta rolní (*Mentha arvensis*), opletka obecná (*Fallopia convolvulus*) a pomněnka rolní (*Myosotis arvensis*).

V polovině invadovaných snímků Teplomilných doubrav (L6) se nacházejí naturalizované archeofyty kapustka obecná (*Lapsana communis*), opletka obecná (*Fallopia convolvulus*), konopice širolistá (*Galeopsis ladanum*) a hadinec obecný (*Echium vulgare*).

V biotopu Křovin s ruderálními a nepůvodními druhy (X8) se v polovině invadovaných snímků vyskytují invazní neofyt heřmánek terčovitý (*Matricaria discoidea*) a naturalizované archeofyty rosička lysá (*Digitaria ischaemum*) a tolíce dětelová (*Medicago lupulina*).

Nejčastějším nepůvodním druhem Mokřadních olšin (L1) se ukazuje invazní neofyt vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*), který je zaznamenán v polovině invadovaných snímků. Dalšími zastoupenými druhy jsou invazní neofyt vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*) a naturalizovaný archeofyt máta rolní (*Mentha arvensis*), vyskytující se ve čtvrtině případů.

Ve třetině invadovaných snímků Rákosin a vegetace vysokých ostríc (M1) se objevují invazní neofyty vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*) a vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*), naturalizovaný neofyt psineček veliký (*Agrostis gigantea*) a invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*).

V Lesních kulturách s nepůvodními dřevinami (X9) se nejčastěji (v 38 % invadovaných snímků) vyskytuje naturalizovaný archeofyt rozrazil rolní (*Veronica arvensis*). Ve 25 % případů se objevuje invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*).

Nejčastějším nepůvodním druhem Acidofilních doubrav (L7) je naturalizovaný archeofyt chmerek roční (*Scleranthus annuus*), zaznamenaný v 38 % invadovaných snímků.

V biotopu Luk a pastvin (T1) se nejčastěji objevují invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*) a naturalizovaný archeofyt máta rolní (*Mentha arvensis*), které jsou registrovány v 56 % invadovaných snímků tohoto biotopu.

Biotop Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod (V1) je charakteristický především naturalizovaným neofytem psinečkem velikým (*Agrostis gigantea*), který se vyskytuje v 65 % invadovaných snímků. Dále se zde objevují naturalizované neofyty máta rolní (*Mentha arvensis*) ve 14 % a starček obecný (*Senecio vulgaris*) v 10 % případů. Tyto výsledky neodpovídají charakteru daného biotopu, blíže jsou probírány v diskuzi.

V polovině invadovaných snímků biotopu Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla (X6) se vyskytuje naturalizovaný archeofyt máta rolní (*Mentha arvensis*). Ve čtvrtině snímků se dále objevují invazní neofyt vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*) a naturalizovaný archeofyt ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*).

Nejčastějším druhem Bučin (L5) je naturalizovaný archeofyt hadinec obecný (*Echium vulgare*), zaznamenaný v 56 % invadovaných snímků bučin. Ve 13 % snímků se dále objevují naturalizované archeofyty kapustka obecná (*Lapsana communis*) a vlašovičnick větší (*Chelidonium majus*).

Biotopy Mokřadní vrbiny (K1), Suťové lesy (L4), Trávníky písčin a mělkých půd (T5) a Nálety pionýrských dřevin (X12) obsahují jen jeden invadovaný snímek, proto v této kapitole nejsou hodnoceny.

Ve 187 snímcích byly zaznamenány invazní druhy, ve 137 snímcích invazní neofyty a v 89 invazní archeofyty. Ale jen ve 39 snímcích byly registrovány archeofyty i neofyty zároveň. Nejčastěji neofyty obsazeným biotopem jsou Urbanizovaná území (X1) s 16 snímky zatíženými invazními neofyty, nejčastějším je ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), někdy ale považovaný za archeofyt. Ve třech snímcích se objevuje turanka kanadská (*Conyza canadensis*) nebo netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*). Sedm snímků s invazními neofyty mají Mokřadní olšiny (L1), čtyři tyto snímky obsahují vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*), dva snímky vrbovku žláznatou (*Epilobium ciliatum*), která je zároveň nečastějším invazním neofytem Intenzivně obhospodařovaných polí (X2), jež mají pět

invazními neofyty zatížených snímků. Charakteristiky zatížení jednotlivých biotopů invazními druhy jsou uvedeny v tab. č. 16, která zároveň uvádí hodnoty jen pro invazní neofyty.

Tab. č. 16: Zatížení fytocenologických snímků invazními druhy rostlin

Biotopy jsou seřazeny sestupně podle podílu počtu invazních druhů. Podíl počtu a pokryvnost jsou dány střední hodnotou daných snímků. Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Invazní druhy rostlin			Invazní neofyty		
	počet f. snímků	podíl počtu (%)	pokryvnost (%)	počet f. snímků	podíl počtu (%)	pokryvnost (%)
L3	3	25.00	4.00	3	16.67	3.00
L1	7	14.29	3.00	7	14.29	3.00
X3	4	13.94	18.30	3	5.00	6.80
K1	1	13.16	50.00	1	5.26	3.00
M1	2	13.10	3.00	2	10.72	2.50
L2	3	12.50	20.60	3	3.23	3.00
mozaika	40	12.50	2.00	37	14.29	2.00
X1	23	9.09	3.00	16	6.25	3.00
X9	4	8.52	2.00	2	5.86	2.50
X2	9	8.00	8.70	5	12.50	2.00
neurčený	48	7.90	3.00	38	4.76	2.00
X12	1	6.67	23.00	1	6.67	23.00
X6	1	6.25	1.00	1	6.25	1.00
L7	3	6.25	1.00	2	7.33	1.00
X7	4	5.97	7.45	3	5.26	1.00
V1	9	5.56	1.00	5	6.67	1.00
T5	1	5.26	2.00	0	-	-
X8	1	5.26	2.00	1	5.26	2.00
L4	1	4.76	2.00	0	-	-
T1	12	3.65	13.00	3	3.87	2.00
L5	10	3.51	2.50	4	4.76	1.50
Celkem	187	7.69	3.00	137	5.88	2.00

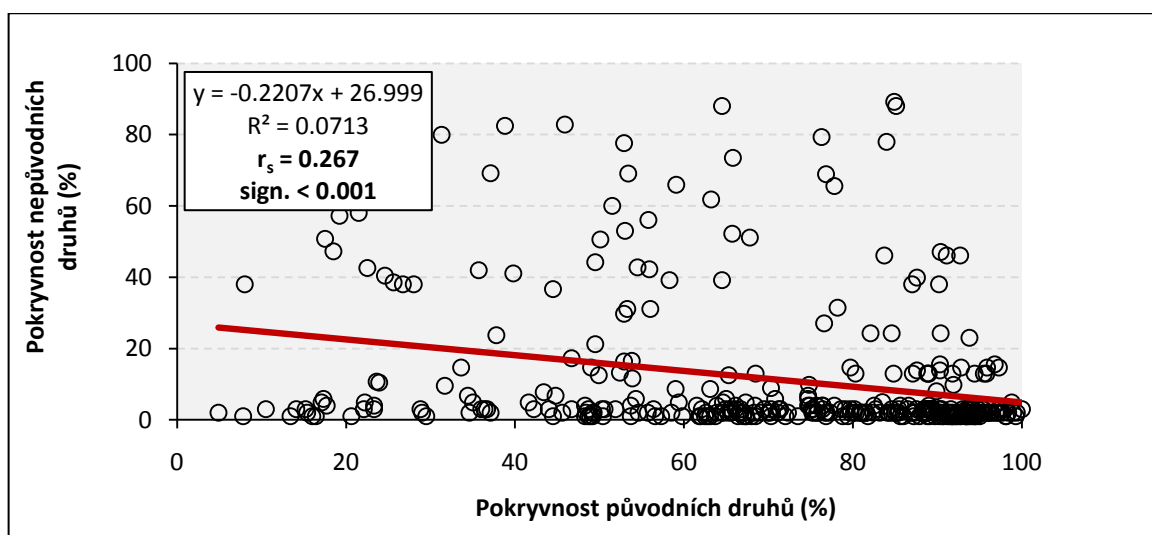
K1	Mokřadní vrbiny	V1	Makrofytická vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod
L1	Mokřadní olšiny	X1	Urbanizovaná území
L2	Lužní lesy	X2	Intenzivně obhospodařovaná pole
L3	Dubohabřiny	X3	Extenzivně obhospodařovaná pole
L4	Suťové lesy	X6	Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla
L5	Bučiny	X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla
L7	Acidofilní doubravy	X8	Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic	X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami
T1	Louky a pastviny	X12	Nálety pionýrských dřevin
T5	Travníky písčin a mělkých půd		

5.1.3 Vztahy mezi charakteristikami fytoocenologických snímků

Tato kapitola se zabývá vztahy mezi charakteristikami fytoocenologických snímků, kterými jsou podíl počtu a pokryvnost určitých skupin rostlinných druhů (původní druhy, nepůvodní druhy, archeofyty, neofyty, přechodně zavlečené druhy, naturalizované druhy, invazní druhy, invazní neofyty), indexy biodiverzity, rok záznamu a nadmořská výška. Pro určení statistické významnosti vztahů je použit Spearmanův koeficient korelace (r_s). Vybrané vztahy jsou graficky znázorněny v grafech č. 7-10, všechny jsou potom k dispozici v přílohách č. 2-6. Přehled výsledných závislostí uvádí tab. č. 17.

Závislost mezi počtem nepůvodních a původních druhů ve snímku je pozitivní, ale velmi slabá ($r_s = 0,152$), na 95% hladině spolehlivosti však signifikantní. Naopak závislost mezi jejich pokryvnostmi je negativní (graf č. 7), signifikantní na 99% hladině spolehlivosti a také slabá ($r_s = 0,267$). Pozitivní, ale silnější, přesto stále slabý ($r_s = 0,310$) je vztah mezi počtem archeofytů a neofytů ve snímku, signifikantní na hladině spolehlivosti 99 %. Vztah mezi podílem počtu archeofytů a neofytů je středně silný ($r_s = 0,458$), signifikantní na hladině spolehlivosti 99 %, ale jeví se jako negativní. Naopak vztah mezi jejich hodnotami pokryvnosti je opět pozitivní, signifikantní na hladině spolehlivosti 99 % a opět slabý ($r_s = 0,320$). Dané vztahy jsou graficky znázorněny v příloze č. 2.

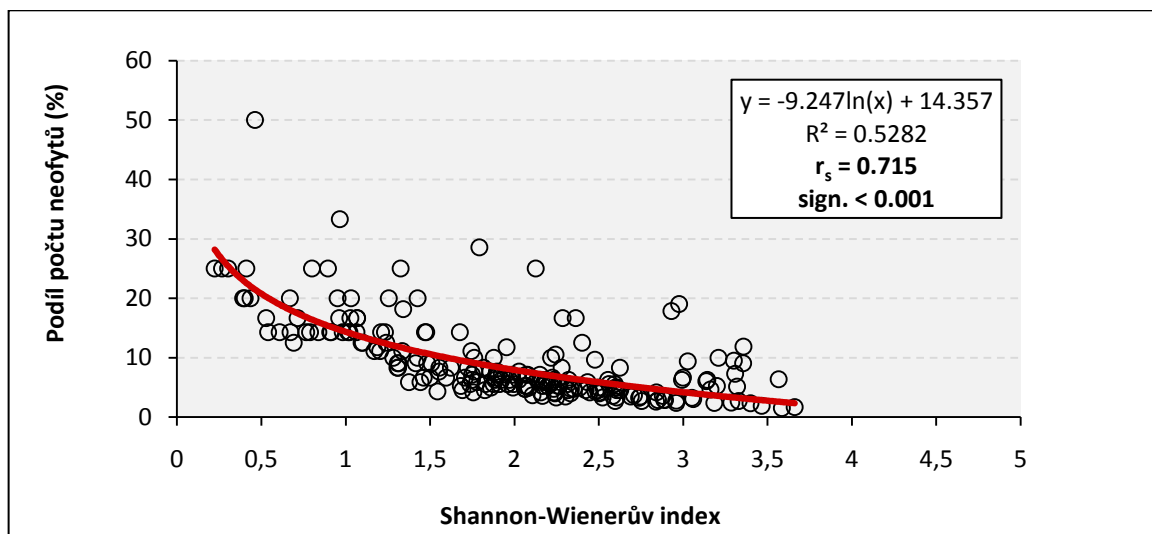
Graf č. 7: Vztah mezi pokryvnostmi původních a nepůvodních druhů



Biodiverzita snímků je hodnocena dvěma indexy, a to Shannon-Wienerovým a Simpsonovým. Hodnoty indexů rostou s počtem a vyrovnaností druhů ve snímku. Všechny sledované vztahy se projeví jako signifikantní, polovina z nich dokonce na 99% hladině spolehlivosti. Zatímco vztah mezi oběma indexy a podílem nepůvodních druhů je negativní

($r_s = 0,326$ a $r_s = 0,268$), vztah pokryvnosti se jeví jako pozitivní ($r_s = 0,310$ a $r_s = 0,304$). U archeofytů se závislosti indexů biodiverzity a podílu počtu ukazují jako pozitivní a slabé ($r_s = 0,174$ a $r_s = 0,118$), u pokryvnosti je pozitivní vztah silnější ($r_s = 0,393$ a $r_s = 0,375$). Nejvýznamnější vztahy se projevují u podílu neofytů, které lze považovat za poměrně silné závislosti ($r_s = 0,715$ a $r_s = 0,623$). Shannon-Wienerův index vzhledem k podílu neofytů zobrazuje graf č. 8. Vztah pokryvnosti neofytů je však velmi slabý ($r_s = 0,148$ a $r_s = 0,158$).

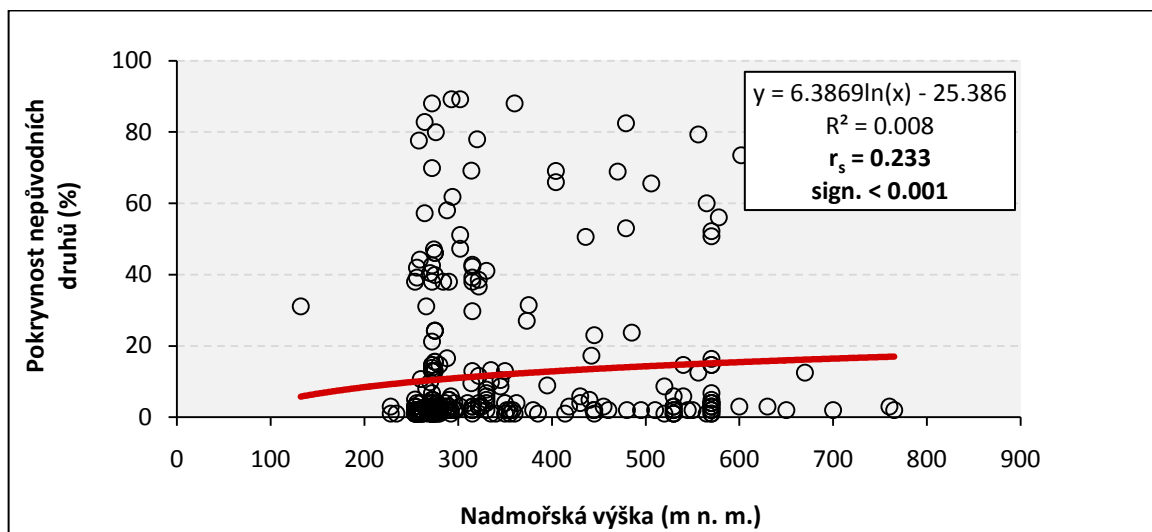
Graf č. 8: Závislost mezi Shannon-Wienerovým indexem diverzity a podílem počtu neofytů



Neočekávané výsledky se projevily u hodnocení vztahu mezi invadovaností snímku a nadmořskou výškou, kde je obecně předpokládán vztah negativní. Podíl počtu nepůvodních druhů s rostoucí nadmořskou výškou nepatrně roste, závislost je slabá ($r_s = 0,100$), ale na 95% hladině spolehlivosti signifikantní. I pokryvnost nepůvodních druhů s výškou mírně roste (graf č. 9), závislost je slabá ($r_s = 0,233$) a na hladině spolehlivosti 99 % signifikantní. U archeofytů se také projevila slabý pozitivní vztah (pro podíl $r_s = 0,133$, pro pokryvnost $r_s = 0,287$) vzhledem k nadmořské výšce, který je signifikantní na 95%, resp. 99% hladině spolehlivosti. Výskyt neofytů se na nadmořské výšce jako závislý neprokázal. Na základě hodnoty signifikance 0,071, resp. 0,064 nelze zamítnout nulovou hypotézu o nezávislosti daných veličin. Stejně tak nelze zamítnout nezávislost nadmořské výšky a přechodně zavlečených druhů (pro podíl $\text{sign.} = 0,418$, pro pokryvnost $\text{sign.} = 0,115$). U naturalizovaných druhů se projevuje vztah podílu počtu k nadmořské výšce na hladině spolehlivosti 95 % jako mírně rostoucí a slabý ($r_s = 0,103$). U pokryvnosti je hladina spolehlivosti 99 %, vztah je také mírně pozitivní a slabý ($r_s = 0,232$). Podíl počtu invazních druhů a nadmořská výška jsou na sobě nezávislé ($\text{sign.} = 0,203$), zatímco vztah výšky a pokryvnosti invazních druhů je mírně pozitivní, ale slabý ($r_s = 0,162$), hladina spolehlivosti

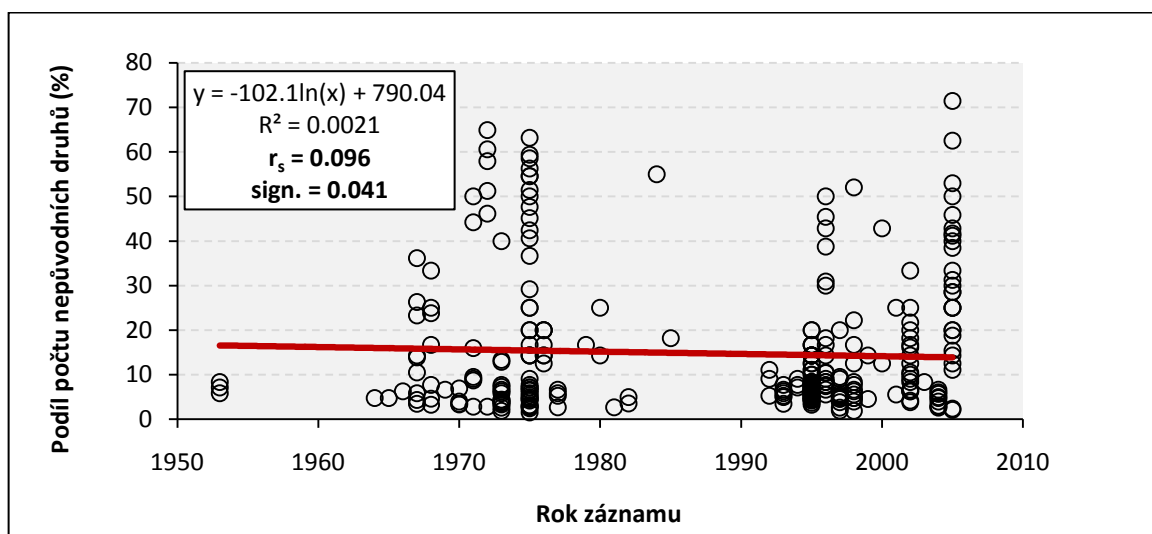
je 95%. V žádném ze sledovaných případů se tedy neprojevila očekávaná klesající tendence invadovanosti s rostoucí nadmořskou výškou. Jednotlivé vztahy jsou zobrazeny v příloze č. 5.

Graf č. 9: Závislost mezi nadmořskou výškou a pokryvností nepůvodních druhů



U hodnocené tendence vývoje invadovanosti v čase lze očekávat rostoucí trend. Ten se však u podílu počtu nepůvodních druhů ve snímku neobjevuje, naopak graf č. 10 zobrazuje snižující se tendenci podílu nepůvodních druhů v čase. Tento vztah je signifikantní na 95% hladině spolehlivosti a jen velmi slabý ($r_s = 0,096$), stejně tak pro archeofyty. Pro pokryvnost nepůvodních druhů, i archeofytů, se signifikantní vztah na čase neprojevil (sign. = 0,141 a sign. = 0,423). Ani podíl počtu neofytů nevykazuje signifikantní vývoj (sign. = 0,327). Pokryvnost neofytů však jako jediný ukazatel invadovanosti s postupným časem roste. Závislost je velmi slabá ($r_s = 0,094$), ale na hladině 95 % signifikantní.

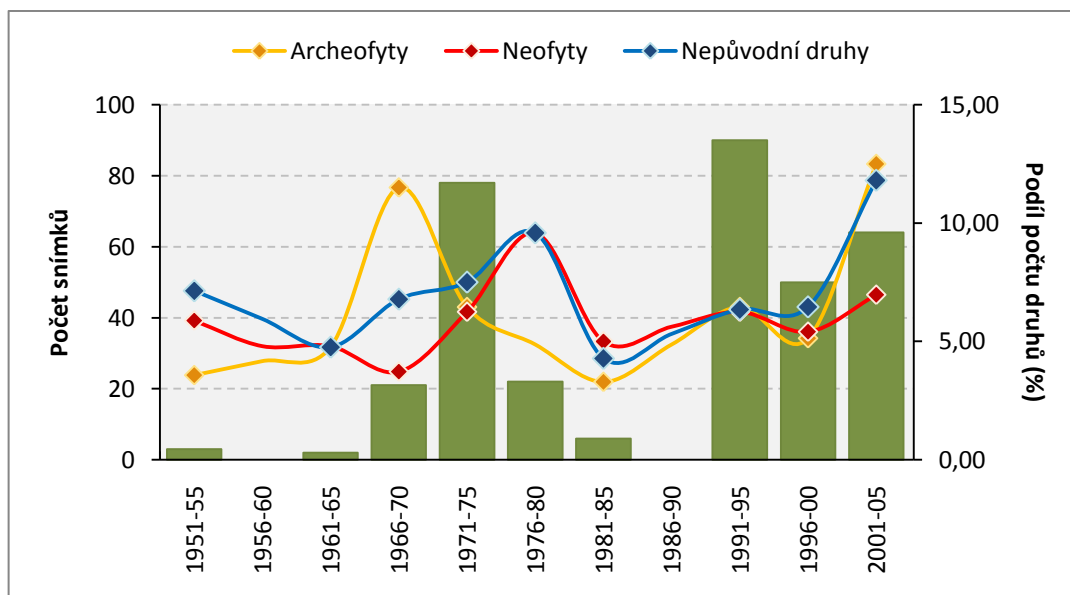
Graf č. 10: Závislost mezi rokem záznamu a podílem počtu nepůvodních druhů



Při hodnocení vývoje invadovanosti v čase na základě rozdělení druhů podle fáze v invazním procesu lze konstatovat, že přechodně zavlečené druhy během let zvyšují svůj podíl ($r_s = 0,748$, sign. $< 0,001$) i pokryvnost ($r_s = 0,536$, sign. $= 0,016$). Naopak podíl naturalizovaných druhů se projevuje poklesem ($r_s = 0,132$, sign. $0,019$) a vývoj jejich pokryvnosti není signifikantní (sign. $= 0,086$) stejně jako vývoj podílu invazních druhů (sign. $= 0,135$). Při rozdělení invazních druhů na archeofyty a neofyty se však vztah jejich podílu a času jako signifikantní projevuje. Pro archeofyty je tento vztah na hladině spolehlivosti 95 % středně silný ($r_s = 0,336$) a prokazuje pokles podílu invazních archeofytů s časem. Podíl invazních neofytů je naopak rostoucí, ikdyž jen nepatrně. Vztah je na hladině spolehlivosti 95 % signifikantní a slabý ($r_s = 0,172$). Pro pokryvnost v závislosti na čase se projevuje pokles u celé skupiny invazních nepůvodních druhů ($r_s = 0,164$, sign. $= 0,017$) i zvláště u archeofytů ($r_s = 0,264$, sign. $= 0,007$). Jen pro invazní neofyty není pokryvnost na čase závislá (sign. $= 0,149$). Všechny analyzované vztahy jsou v podobě grafů uvedeny v příloze č. 6. Následující graf č. 11 zobrazuje počet snímků zaznamenaných za pětiletá období a hodnoty invadovanosti v daných snímcích.

Graf č. 11: Počet zaznamenaných fytoec. snímků a podíl počtu druhů za jednotlivá období

Podíl počtu druhů jednotlivých kategorií je určen jako střední hodnota ze snímků, které jsou danou kategorií druhů zatíženy.



V rámci této kapitoly bylo sledováno celkem 45 vztahů mezi vlastnostmi fytoec. snímků. Jako signifikantní závislosti na hladině spolehlivosti 95 %, popř. 99 % se projevilo 34 sledovaných vztahů, v 11 případech nebylo možné zamítnout nulovou hypotézu o nezávislosti daných veličin. Přehledně jsou výsledné vztahy uvedeny v tab. č. 17, v podobě grafů potom v přílohách č. 2-6.

Tab. č. 17: Přehled vyhodnocených vztahů

Korelované veličiny		Typ vztahu	Spearmanův koef.
Počet původních druhů	počet nepůvodních druhů	+	0.152
Pokryvnost původních druhů	pokryvnost nepůvodních druhů	-	0.267
Počet archeofytů	počet neofytů	+	0.310
Podíl počtu archeofytů	podíl počtu neofytů	-	0.458
Pokryvnost archeofytů	pokryvnost neofytů	+	0.320
Shannon-Wienerův index	podíl počtu nepůvodních druhů	-	0.326
	pokryvnost nepůvodních druhů	+	0.310
	podíl počtu archeofytů	+	0.174
	pokryvnost archeofytů	+	0.393
	podíl počtu neofytů	-	0.715
	pokryvnost neofytů	-	0.148
Simpsonův index	podíl počtu nepůvodních druhů	-	0.268
	pokryvnost nepůvodních druhů	+	0.304
	podíl počtu archeofytů	+	0.118
	pokryvnost archeofytů	+	0.375
	podíl počtu neofytů	-	0.623
	pokryvnost neofytů	-	0.158
Nadmořská výška	podíl počtu nepůvodních druhů	+	0.100
	pokryvnost nepůvodních druhů	+	0.233
	podíl počtu archeofytů	+	0.133
	pokryvnost archeofytů	+	0.287
	podíl počtu neofytů	0	-
	pokryvnost neofytů	0	-
	podíl počtu přechodně zavlečených druhů	0	-
	pokryvnost přechodně zavlečených druhů	0	-
	podíl počtu naturalizovaných druhů	+	0.103
	pokryvnost naturalizovaných druhů	+	0.232
	podíl počtu invazních druhů	0	-
	pokryvnost invazních druhů	+	0.162
Rok záznamu	podíl počtu nepůvodních druhů	-	0.096
	pokryvnost nepůvodních druhů	0	-
	podíl počtu archeofytů	-	0.096
	pokryvnost archeofytů	0	-
	podíl počtu neofytů	0	-
	pokryvnost neofytů	+	0.094
	podíl počtu přechodně zavlečených druhů	+	0.748
	pokryvnost přechodně zavlečených druhů	+	0.536
	podíl počtu naturalizovaných druhů	-	0.132
	pokryvnost naturalizovaných druhů	0	-
	podíl počtu invazních druhů	0	-
	pokryvnost invazních druhů	-	0.164
	podíl počtu invazních archeofytů	-	0.336
	pokryvnost invazních archeofytů	-	0.264
	podíl počtu invazních neofytů	+	0.172
	pokryvnost invazních neofytů	0	-

Vyhodnocené vztahy jsou překvapivě rozdílné. Např. invadovanost se během období záznamů snímků v šesti případech snižuje, ve čtyřech zvyšuje a v šesti je na roce záznamu nezávislá. Vzhledem k indexům diverzity se rostoucí invadovanost projevuje v šesti případech jako biodiverzitu snižující faktor, v šesti případech naopak diverzitu zvyšuje. Zatímco z daných vztahů vyplývá, že archeofyty se podílejí na zvýšení biodiverzity, neofyty diverzitu snímků snižují. Překvapivým výsledkem jsou závislosti zatížení a nadmořské výšky. V sedmi případech se ukazuje rostoucí trend invadovanosti se zvyšující se nadmořskou výškou, v pěti případech se neprojevíla signifikantní závislost.

5.1.4 Predikce invadovanosti

Na základě analýzy invadovanosti fytocenologických snímků a následně biotopů byly sestrojeny mapy povodí Ploučnice, které předpovídají možné zatížení nepůvodními druhy rostlin. Zdrojovými daty pro určení invadovanosti jsou střední hodnoty ze souborů hodnot invadovanosti fytocenologických snímků v jednotlivých biotopech. Jestliže byl prokázán signifikantní vztah mezi invadovaností a nadmořskou výškou v určitém biotopu, jsou hodnoty v mapě určeny podle kombinace těchto vlastností dílčích biotopů, která je dána rovnicí regrese. Hodnoty, na základě kterých je analýza provedena, jsou uvedeny v tabulkách č. 18-23 a grafech č. 12-17. V mapách je pracováno s 28 biotopy. Osm z nich je považováno za nezatížené, v žádném snímku v těchto biotopech se nevyskytl nepůvodní druh. Jedná se o Suché bory (L8), Smrčiny (L9), Rašelinné lesy (L10), Slatinná a přechodová rašeliniště (R2), Skály a droliny (S1), Intenzivně obhospodařované louky (X5), Paseky s podrostem původního lesa (X10) a Paseky s nitrofilní vegetací (X11). Ostatní biotopy jsou analyzovány v rámci 240 fytocenologických snímků s nepůvodními druhy, 153 snímků s archeofyty a 132 snímků s neofyty. Výsledkem je šest předpovědních map, které zobrazují podíl počtu nepůvodních druhů, archeofytů či neofytů na počtu všech druhů ve snímku a jejich celkovou pokryvnost. Výsledné mapy jsou zobrazeny na obr. č. 23-28.

Tab. č. 18: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a podílem počtu nepůvodních druhů v jednotlivých biotopech

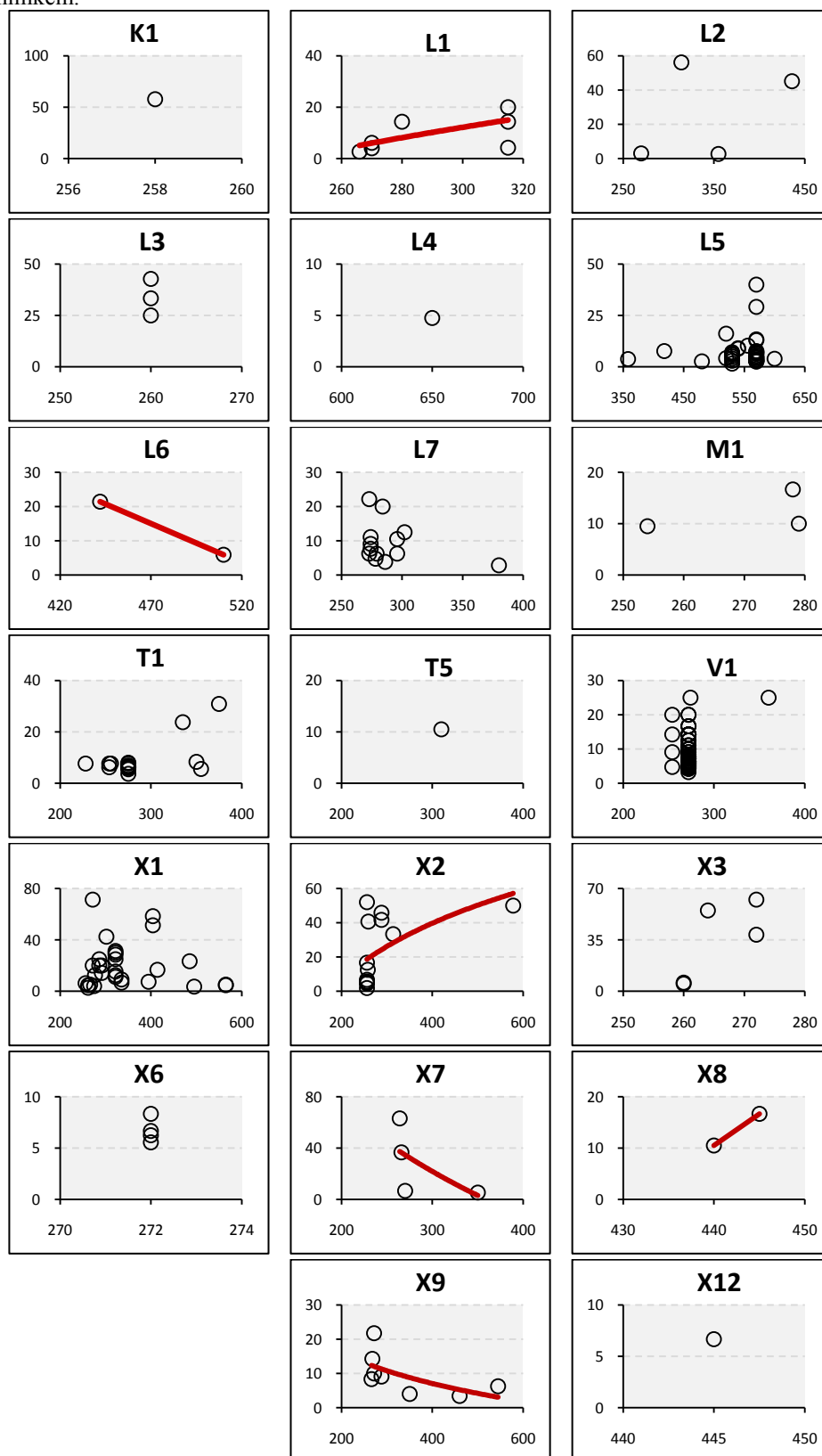
Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Počet fyt. snímků	Podíl počtu nepůvodních druhů (%)			
		střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K1	1	57.89	-	-	-
L1	8	10.18	$y = 58.585\ln(x) - 321.98$	0.743	0.017
L2	4	24.10	$y = 54.119\ln(x) - 288.42$	0.000	0.500
L3	3	33.33	-	-	-
L4	1	4.76	-	-	-
L5	39	5.00	$y = 0.0176x - 2.3664$	0.029	0.430
L6	2	13.66	$y = -0.2287x + 122.51$	1.000	< 0.001
L7	13	7.69	$y = -0.0675x + 29.069$	0.284	0.173
M1	3	10.27	$y = 39.267\ln(x) - 207.78$	0.500	0.333
T1	18	7.30	$y = 0.1095x - 22.319$	0.204	0.208
T5	1	10.53	-	-	-
V1	79	7.14	$y = 0.1354x - 28.036$	0.055	0.314
X1	30	14.84	$y = -0.0159x + 25.037$	0.083	0.332
X2	14	14.59	$y = 47.221\ln(x) - 243.16$	0.646	0.006
X3	5	38.46	$y = 901.88\ln(x) - 5000.7$	0.791	0.056
X6	4	6.46	-	-	-
X7	4	21.67	$y = -122.1\ln(x) + 718.45$	1.000	< 0.001
X8	2	13.60	$y = 1.228x - 529.79$	1.000	< 0.001
X9	8	8.71	$y = -12.97\ln(x) + 84.745$	0.647	0.042
X12	1	6.67	-	-	-
K1	Mokřadní vrbiny		T5	Travníky písčin a mělkých půd	
L1	Mokřadní olšiny		V1	Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod	
L2	Lužní lesy		X1	Urbanizovaná území	
L3	Dubohabřiny		X2	Intenzivně obhospodařovaná pole	
L4	Suťové lesy		X3	Extenzivně obhospodařovaná pole	
L5	Bučiny		X6	Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla	
L6	Teplomilné doubravy		X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla	
L7	Acidofilní doubravy		X8	Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy	
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic		X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami	
T1	Louky a pastviny		X12	Nálety pionýrských dřevin	

Graf č. 12: Závislosti mezi nadmořskou výškou a podílem počtu nepůvodních druhů v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 18). Pro úplnost jsou uvedeny i grafy biotopů s pouze jedním snímkem.

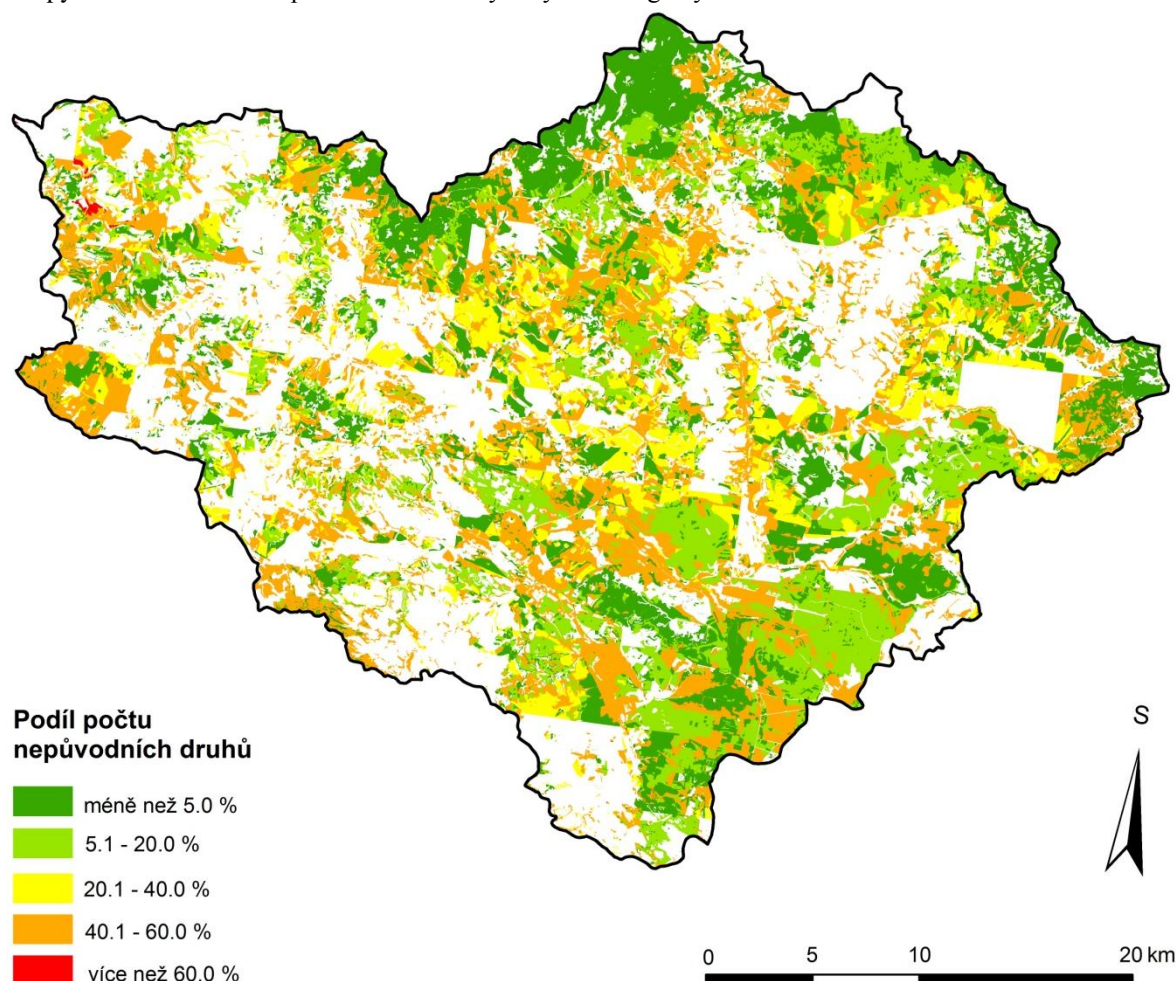
Podíl počtu nepůvodních druhů (%)



Nadmořská výška (m n. m.)

Obr. č. 23: Podíl počtu nepůvodních druhů v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných fytoecologických snímků.



Signifikanční vztah mezi nadmořskou výškou a podílem počtu nepůvodních druhů ve fytoecologickém snímku se prokázal v šesti biotopech z dvaceti sledovaných. U třech biotopů platí, že podíl počtu nepůvodních druhů s nadmořskou výškou klesá. Opačný vztah, tedy že invadovanost s nadmořskou výškou roste, se projevil také u třech biotopů. U čtrnácti biotopů nebyl prokázán žádný vztah.

Nejvyšší podíl nepůvodních druhů (nad 60 %) je předpovídán při západním okraji území, kde je zaznamenána Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) v nadmořské výšce kolem 200 m. Minimální zatížení (pod 5 %) odpovídá především severní části území s rozsáhlými oblastmi Lesních kultur s nepůvodními dřevinami (X9) a Bučin (L5) ve výšce 500-600 m n. m. Minimální zatížení je určeno i pro jihovýchodní část, což je dáno výskytem málo invadovaných Bučin (L5), Rašelinných lesů (L10), Smrčin (L9) a Suchých borů (L8) v nadmořské výšce kolem 300 m. S podílem nepůvodních druhů do 20 % se zde vyskytují také Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9).

Tab. č. 19: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a pokryvností nepůvodních druhů v jednotlivých biotopech

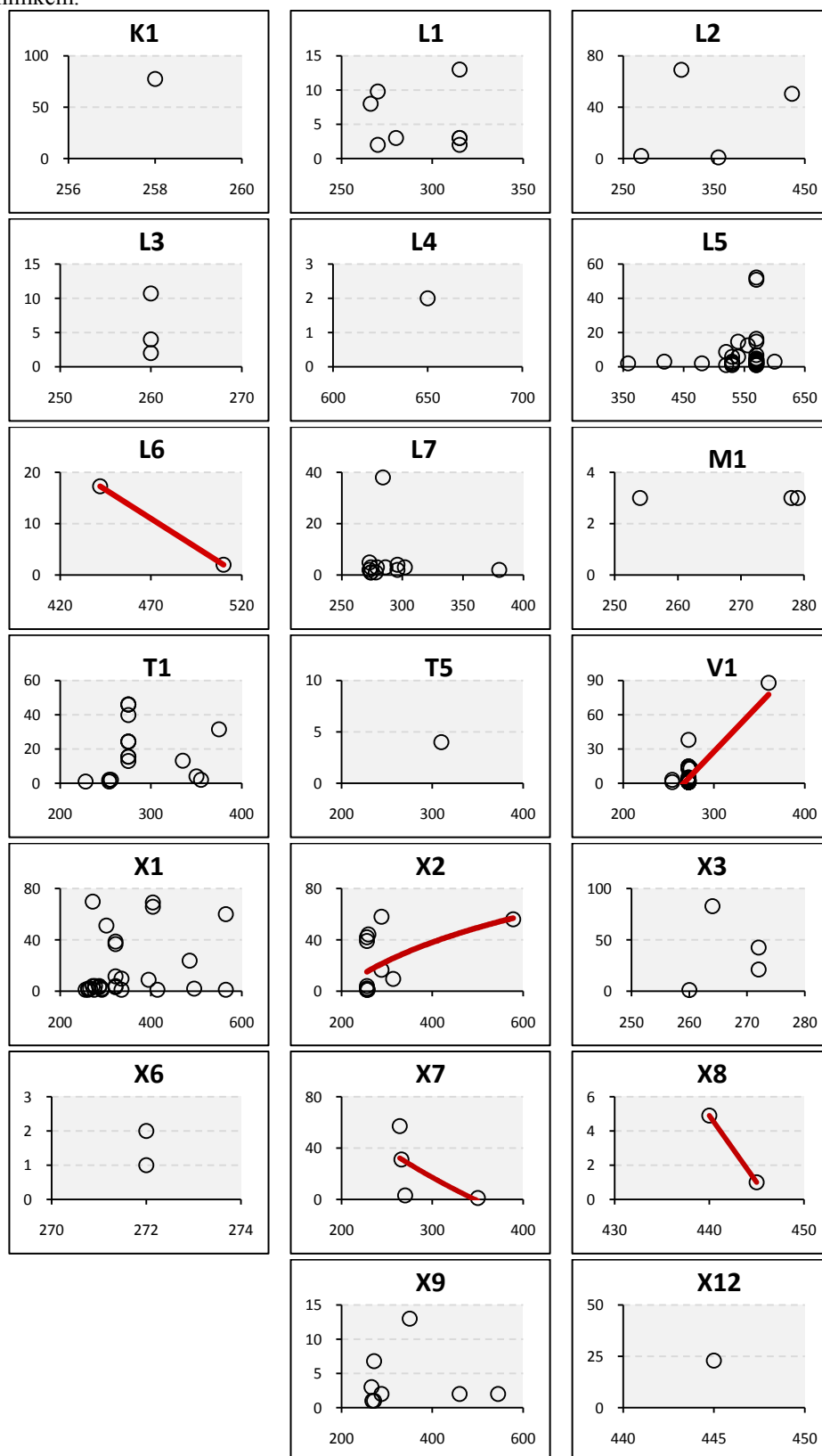
Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Počet fyl. snímků	Pokryvnost nepůvodních druhů			
		střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K1	1	77.60	-	-	-
L1	8	3.00	$y = -5.829\ln(x) + 38.574$	0.132	0.378
L2	4	26.30	$y = 58.652\ln(x) - 310.91$	0.000	0.500
L3	3	4.00	-	-	-
L4	1	2.00	-	-	-
L5	39	3.00	$y = 0.0449x - 17.594$	0.249	0.063
L6	2	9.65	$y = -0.225x + 116.75$	1.000	< 0.001
L7	13	3.00	$y = -0.0226x + 11.762$	0.145	0.318
M1	3	26.30	$y = 3$	-	-
T1	18	15.60	$y = 6.2243\ln(x) - 15.608$	0.363	0.070
T5	1	4.00	-	-	-
V1	79	2.00	$y = 0.8342x - 222.38$	0.209	0.032
X1	30	3.50	$y = 28.929\ln(x) - 151.72$	0.261	0.081
X2	14	6.80	$y = 51.367\ln(x) - 269.67$	0.566	0.017
X3	5	21.20	$y = 484.57\ln(x) - 2675$	0.649	0.118
X6	4	1.50	-	-	-
X7	4	17.05	$y = -118.7\ln(x) + 694.1$	1.000	< 0.001
X8	2	2.95	$y = -0.78x + 348.1$	1.000	< 0.001
X9	8	2.00	$y = -0.0019x + 4.5044$	0.117	0.391
X12	1	23.00	-	-	-
K1	Mokřadní vrbiny		T5	Travníky písčin a mělkých půd	
L1	Mokřadní olšiny		V1	Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod	
L2	Lužní lesy		X1	Urbanizovaná území	
L3	Dubohabřiny		X2	Intenzivně obhospodařovaná pole	
L4	Suťové lesy		X3	Extenzivně obhospodařovaná pole	
L5	Bučiny		X6	Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla	
L6	Teplomilné doubravy		X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla	
L7	Acidofilní doubravy		X8	Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy	
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic		X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami	
T1	Louky a pastviny		X12	Nálety pionýrských dřevin	

Graf č. 13: Závislosti mezi nadmořskou výškou a pokryvností nepůvodních druhů v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 19). Pro úplnost jsou uvedeny i grafy biotopů s pouze jedním snímkem.

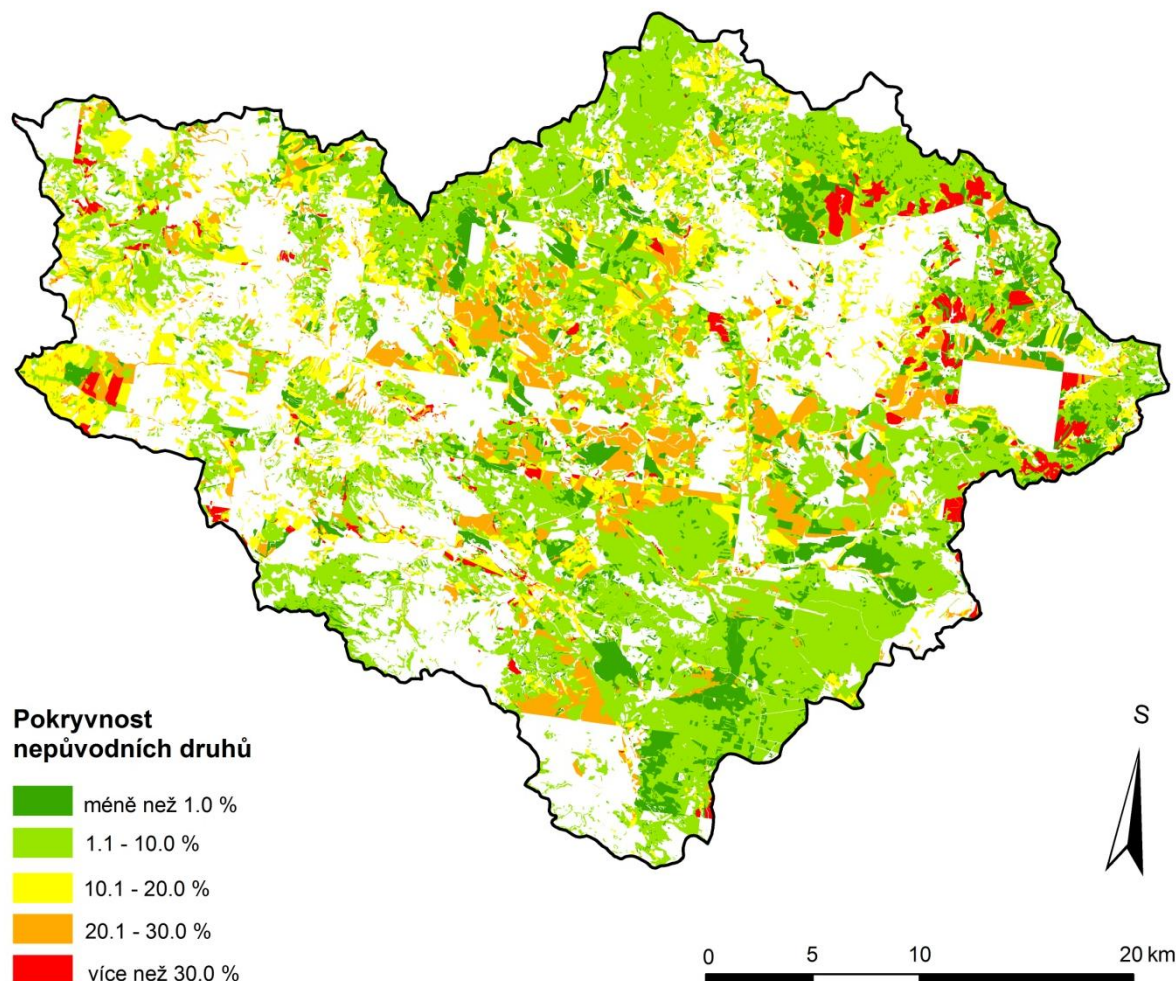
Pokryvnost nepůvodních druhů (%)



Nadmořská výška (m n. m.)

Obr. č. 24: Pokryvnost nepůvodních druhů v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných fytoecologických snímků.



Významně se vztah mezi nadmořskou výškou a pokryvností nepůvodních druhů ve fytoecologickém snímku prokázal u pěti biotopů z dvaceti sledovaných. Ve třech případech pokryvnost nepůvodních druhů s nadmořskou výškou klesá a ve dvou případech roste. V patnácti biotopech se nepotvrdil žádný vztah.

Nejvyšší pokryvnost nepůvodních druhů (nad 30 %) se ukázala v severovýchodní části území, kde je předpokládána pro biotop Intenzivně obhospodařovaných polí (X2) v nadmořské výšce kolem 400 m, zastoupený i v západní části v oblasti Verneřického středohoří ve výšce nad 500 m n. m. Dále vysokou pokryvnost severozápadní části území způsobuje výskyt Ruderální bylinné vegetace mimo sídla (X7) ve výšce kolem 200 m n. m. Minimální pokryvnost nepůvodních druhů (do 1 %) je predikována pro nezátížené biotopy. Pokryvnost do 10 % je předpokládána pro Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9) v severní a jihovýchodní části povodí a Acidofilní doubravy (L7), Bučiny (L5) a Urbanizovaná území (X1) na menších plochách na celém území.

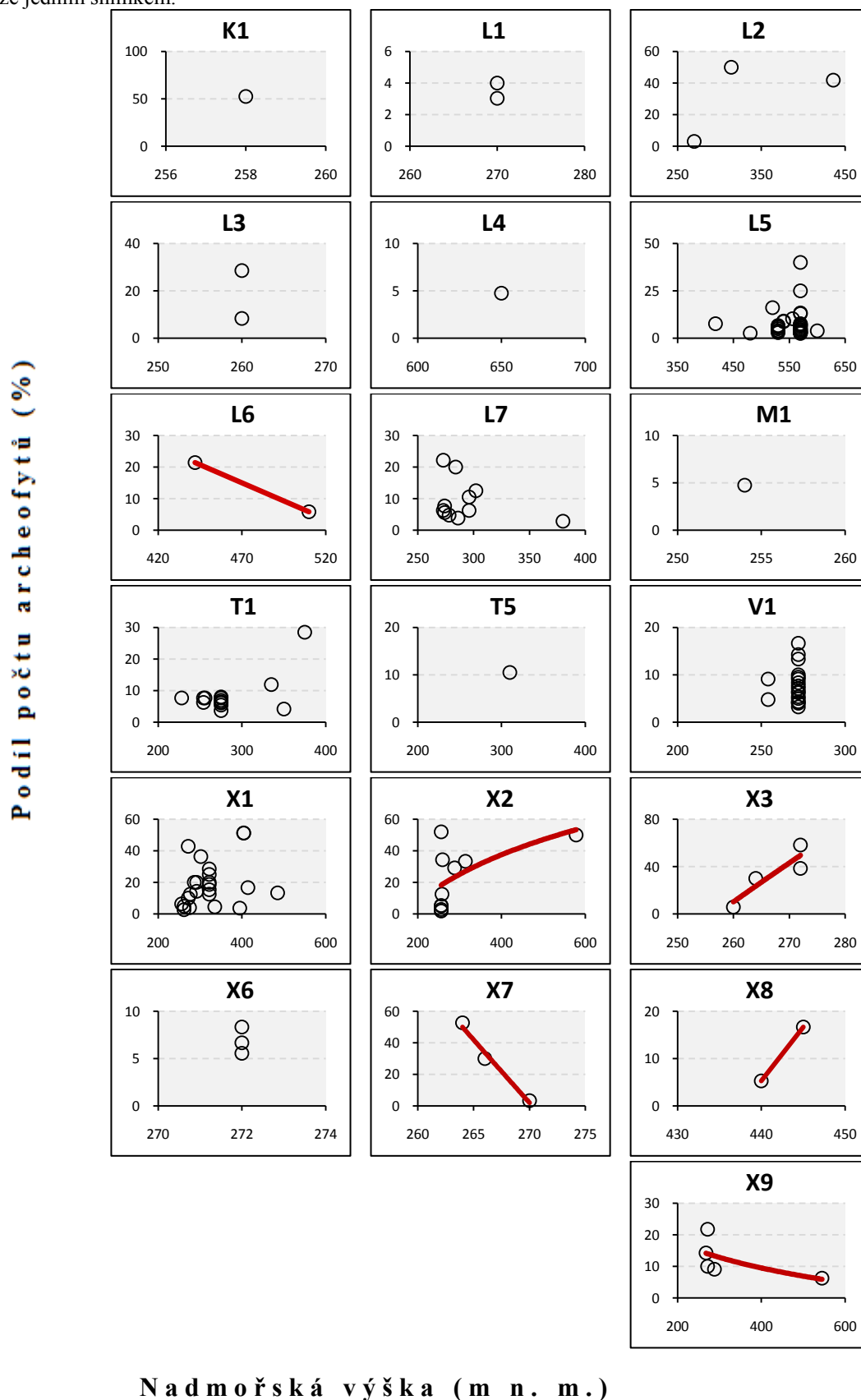
Tab. č. 20: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a podílem počtu archeofytů v jednotlivých biotopech

Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Počet fyt. snímků	Podíl počtu archeofytů (%)			
		střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K1	1	52.63	-	-	-
L1	2	3.52	-	-	-
L2	3	41.94	$y = 64.11\ln(x) - 340.73$	0.500	0.333
L3	2	18.45	-	-	-
L4	1	4.76	-	-	-
L5	36	5.21	$y = 0.0109x + 1.355$	0.112	0.258
L6	2	13.66	$y = -0.2287x + 122.51$	1.000	< 0.001
L7	11	6.25	$y = -0.0653x + 28.396$	0.257	0.223
M1	1	4.76	-	-	-
T1	17	6.90	$y = 0.0942x - 18.46$	0.060	0.410
T5	1	10.53	-	-	-
V1	24	6.80	$y = 0.0459x - 4.7295$	0.055	0.400
X1	23	15.38	$y = 26.413\ln(x) - 133.27$	0.334	0.060
X2	11	29.17	$y = 43.227\ln(x) - 221.47$	0.580	0.031
X3	4	34.23	$y = 871.19\ln(x) - 4834.2$	0.949	0.026
X6	3	6.67	-	-	-
X7	4	30.00	$y = -2137\ln(x) + 11964$	1.000	< 0.001
X8	2	10.97	$y = 2.282x - 998.82$	1.000	< 0.001
X9	5	10.00	$y = -11.64\ln(x) + 79.262$	0.821	0.044
K1	Mokřadní vrbiny		T5	Travníky písčin a mělkých půd	
L1	Mokřadní olšiny		V1	Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod	
L2	Lužní lesy		X1	Urbanizovaná území	
L3	Dubohabřiny		X2	Intenzivně obhospodařovaná pole	
L4	Suťové lesy		X3	Extenzivně obhospodařovaná pole	
L5	Bučiny		X6	Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla	
L6	Teplomilné doubravy		X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla	
L7	Acidofilní doubravy		X8	Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy	
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic		X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami	
T1	Louky a pastviny				

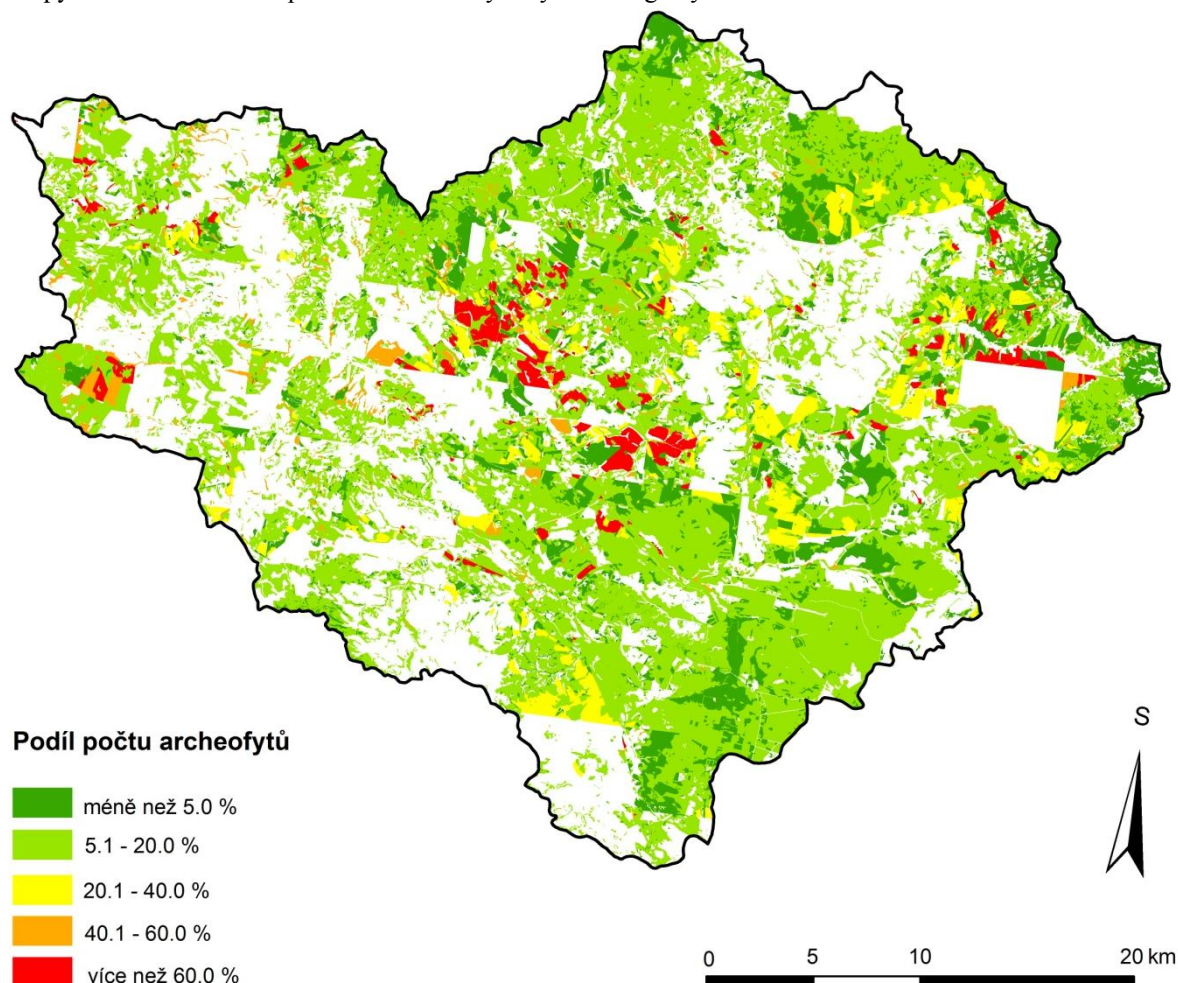
Graf č. 14: Závislosti mezi nadmořskou výškou a podílem počtu archeofytů v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 20). Pro úplnost jsou uvedeny i grafy biotopů s pouze jedním snímkem.



Obr. č. 25: Podíl počtu archeofytů v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných fytoecologických snímků.



Signifikanční vztah mezi nadmořskou výškou a podílem počtu archeofytů ve fytoecologickém snímku se projevila u šesti biotopů z devatenácti. Ve třech případech podíl archeofytů s rostoucí nadmořskou výškou klesá, ve třech naopak roste. Ve třinácti biotopech se neprokázal vztah mezi podílem archeofytů a nadmořskou výškou.

Nejvyšší poměrné zastoupení archeofytů (nad 60 %) je predikováno pro centrální oblast území, kde je vysoká předpovídaná invadovanost zapříčiněná výskytem Extenzivně obhospodařovaných polí (X3) v nadmořské výšce nad 270 m. Tutéž příčinu mají i vysoce invadované plošně menší oblasti v západní a východní části povodí, kde se předpovídá ještě vyšší podíl archeofytů vzhledem k vyšší nadmořské výšce, jak dokládá graf č. 14. Minimálních hodnot zatížení dosahují neinvadované biotopy, Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9) ve výšce 600-900 m n. m. a Ruderální bylinná vegetace mimo síla (X7) v oblastech nad 300 m n. m. Plošně největší část území je zatížena 5-20% zastoupením archeofytů, zatímco archeofytů podíl 40-60 % se objevuje jen minimálně.

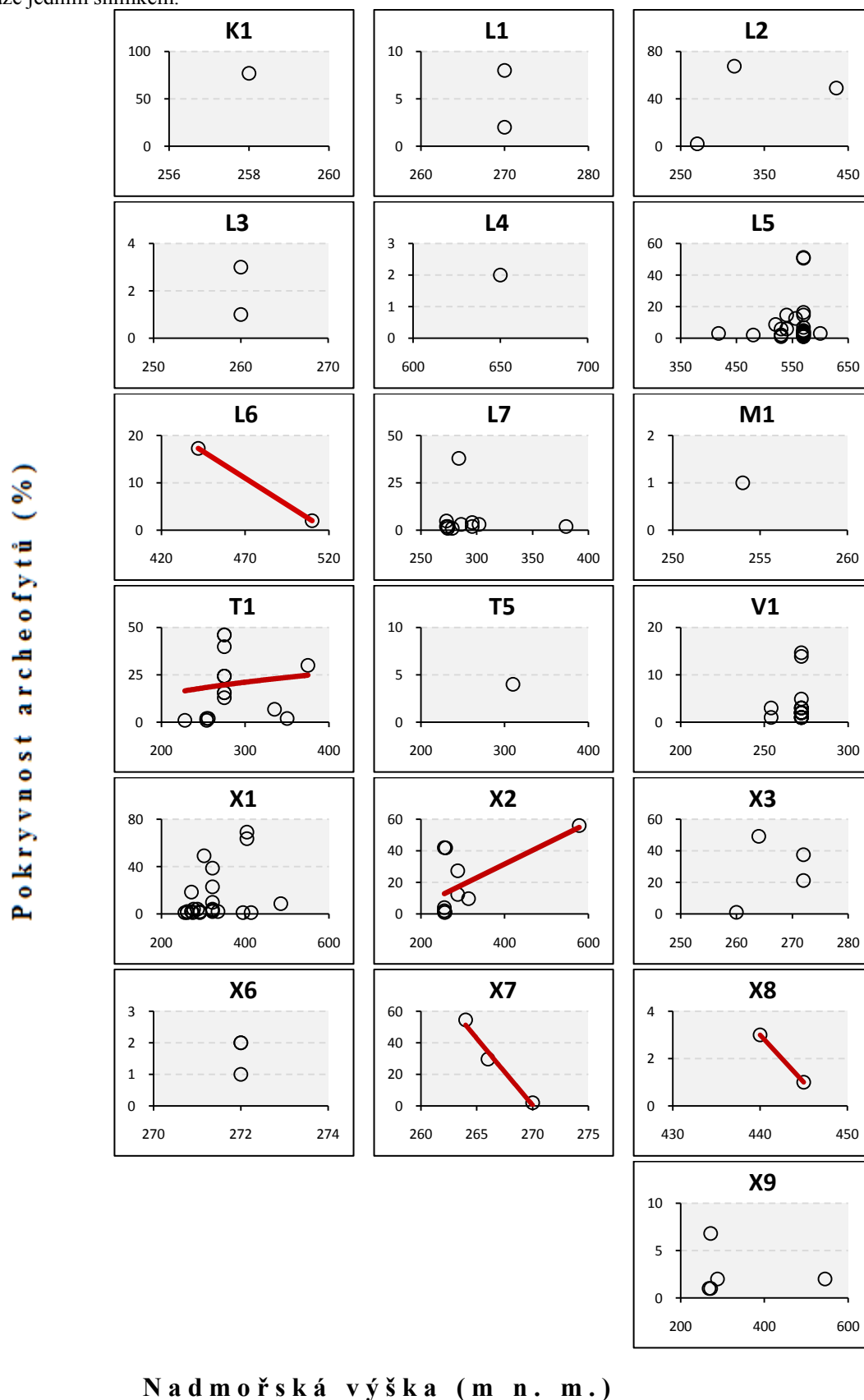
Tab. č. 21: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a pokryvností archeofytů v jednotlivých biotopech

Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Počet fyt. snímků	Pokryvnost archeofytů			
		střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K1	1	76.90	-	-	-
L1	2	5.00	-	-	-
L2	3	49.10	$y = 73.301\ln(x) - 386.2$	0.500	0.333
L3	2	2.00	-	-	-
L4	1	2.00	-	-	-
L5	36	3.00	$y = 0.0573x - 24.372$	0.192	0.131
L6	2	9.65	$y = -0.225x + 116.75$	1.000	< 0.001
L7	11	2.00	$y = -0.0329x + 15.34$	0.113	0.370
M1	1	1.00	-	-	-
T1	17	15.60	$y = 16.566\ln(x) - 73.357$	0.443	0.038
T5	1	4.00	-	-	-
V1	24	2.00	$y = 0.0644x - 14.356$	0.046	0.416
X1	23	3.00	$y = 45.058\ln(x) - 246.05$	0.345	0.054
X2	11	9.60	$y = 0.1309x - 20.738$	0.528	0.047
X3	4	29.40	$y = 347.71\ln(x) - 1915.4$	0.316	0.342
X6	3	2.00	-	-	-
X7	4	29.70	$y = -2269\ln(x) + 12702$	1.000	< 0.001
X8	2	2.00	$y = -0.4x + 179$	1.000	< 0.001
X9	5	2.00	$y = -1.054\ln(x) + 8.6229$	0.460	0.218
K1	Mokřadní vrbiny		T5	Travníky písčin a mělkých půd	
L1	Mokřadní olšiny		V1	Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod	
L2	Lužní lesy		X1	Urbanizovaná území	
L3	Dubohabřiny		X2	Intenzivně obhospodařovaná pole	
L4	Suťové lesy		X3	Extenzivně obhospodařovaná pole	
L5	Bučiny		X6	Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla	
L6	Teplomilné doubravy		X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla	
L7	Acidofilní doubravy		X8	Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy	
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic		X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami	
T1	Louky a pastviny				

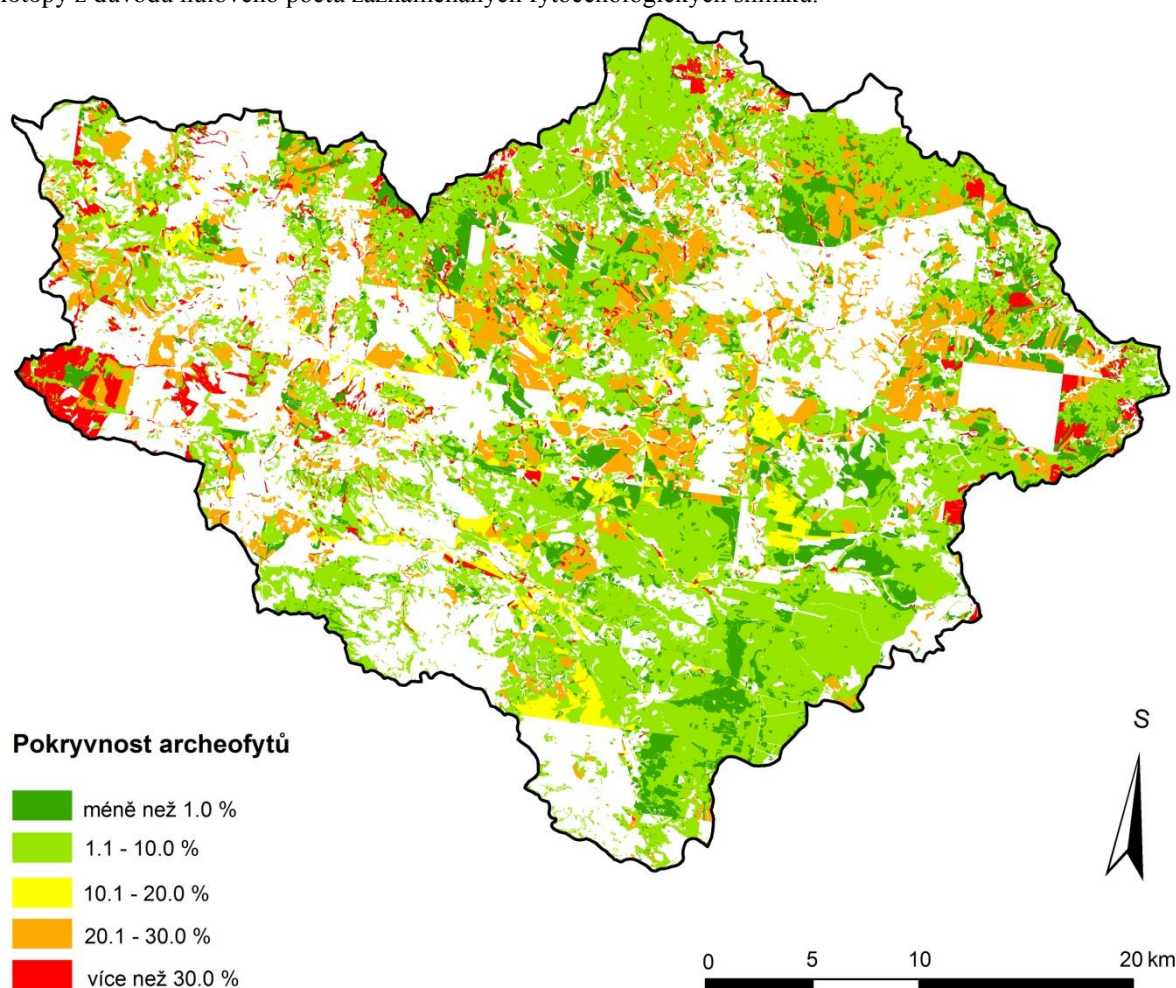
Graf č. 15: Závislosti mezi nadmořskou výškou a pokryvností archeofytů v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 21). Pro úplnost jsou uvedeny i grafy biotopů s pouze jedním snímkem.



Obr. č. 26: Pokryvnost archeofytů v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných fytoecologických snímků.



Signifikantní vztah mezi nadmořskou výškou a pokryvností archeofytů byl určen u pěti z devatenácti analyzovaných biotopů. Ve třech případech klesá pokryvnost archeofytů s rostoucí nadmořskou výškou, zatímco ve dvou případech roste. U patnácti biotopů se žádný vztah neprojevil.

Nejvyšších hodnot pokryvnosti archeofytů (nad 30 %) by podle analýzy měla dosahovat oblast Luk a pastvin (T1) ve výšce 500-600 m n. m. v západním výběžku území ve Verneřickém středohoří, dále potom oblasti Intenzivně obhospodařovaných polí (X2) ve výšce 400-500 m n. m., v mapě zřetelné v západní a východní okrajové části území. Také Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) v nadmořských výškách do 265 m a Lužní lesy (L2) se vyznačují více než 30% pokryvností archeofytů. S hodnotami pokryvnosti archeofytů do 1 % jsou zaznamenány neinvadované biotopy a Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) v nadmořských výškách nad 270 m. Nízká pokryvnost archeofytů (do 10 %) je dále predikována pro plošně rozsáhlé Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9) a Bučiny (L5).

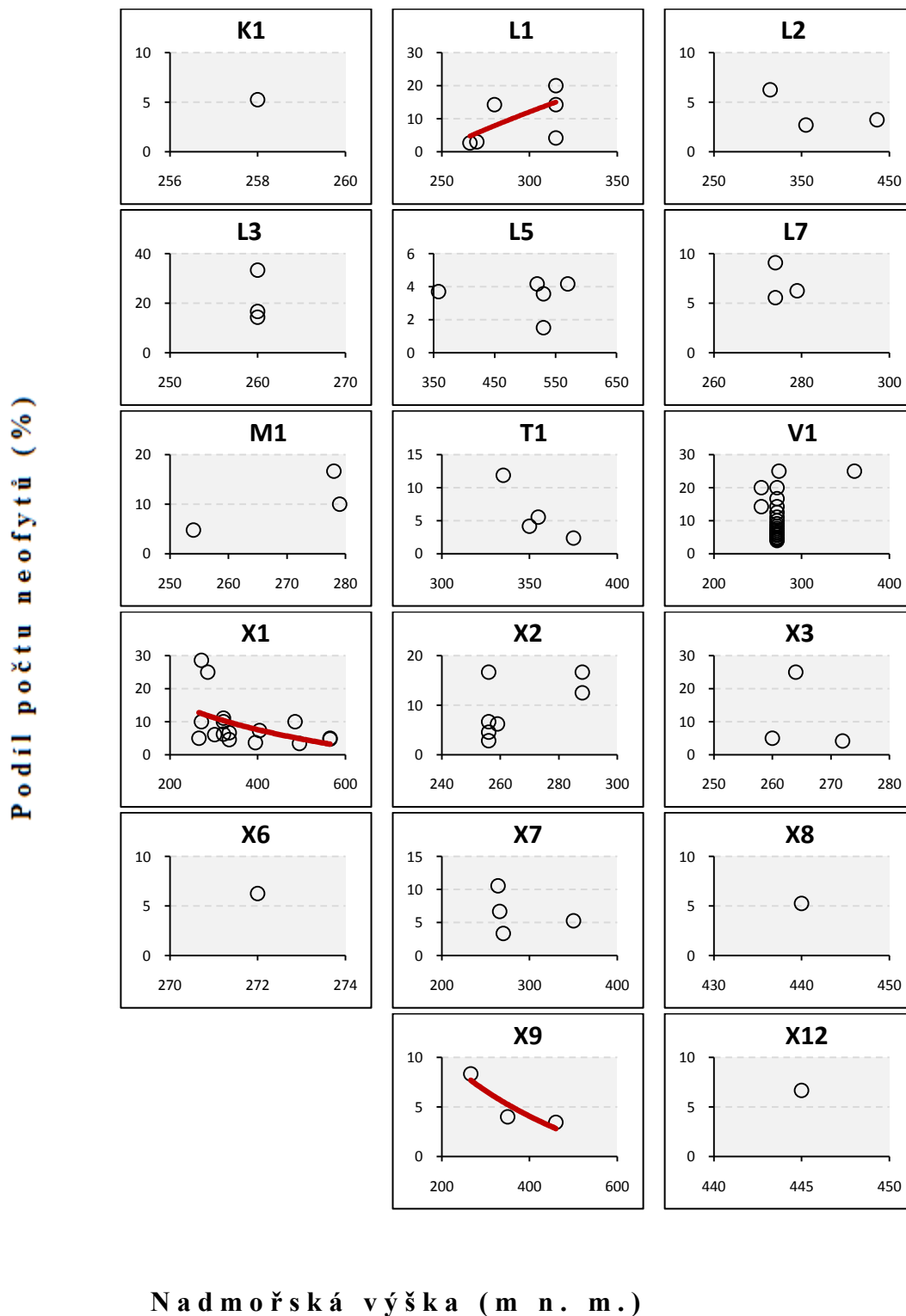
Tab. č. 22: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a podílem počtu neofytů v jednotlivých biotopech

Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Počet fyt. snímků	Podíl počtu neofytů (%)			
		střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K1	1	5.26	-	-	-
L1	7	14.29	$y = 61.01\ln(x) - 335.92$	0.772	0.021
L2	3	3.23	$y = -7.986\ln(x) + 51.174$	0.500	0.333
L3	3	16.67	-	-	-
L5	5	3.70	$y = -0.494\ln(x) + 6.4928$	0.000	0.500
L7	3	6.25	$y = -0.215x + 66.235$	0.000	0.500
M1	3	10.00	$y = 90.901\ln(x) - 498.45$	0.500	0.333
T1	4	4.87	$y = -79.25\ln(x) + 471.04$	0.800	0.100
V1	58	7.14	$y = 0.1383x - 28.901$	0.037	0.390
X1	25	6.25	$y = -12.7\ln(x) + 83.704$	0.503	0.020
X2	7	6.67	$y = 0.2252x - 50.359$	0.462	0.148
X3	3	5.00	$y = -0.4312x + 125.82$	0.500	0.333
X6	1	6.25	-	-	-
X7	4	5.97	$y = -7.234\ln(x) + 47.349$	0.800	0.100
X8	1	5.26	-	-	-
X9	3	4.00	$y = -8.914\ln(x) + 57.476$	1.000	< 0.001
X12	1	6.67	-	-	-
K1	Mokřadní vrbiny		X1	Urbanizovaná území	
L1	Mokřadní olšiny		X2	Intenzivně obhospodařovaná pole	
L2	Lužní lesy		X3	Extenzivně obhospodařovaná pole	
L3	Dubohabřiny		X6	Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla	
L5	Bučiny		X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla	
L7	Acidofilní doubravy		X8	Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy	
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic		X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami	
T1	Louky a pastviny		X12	Nálety pionýrských dřevin	
V1	Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod				

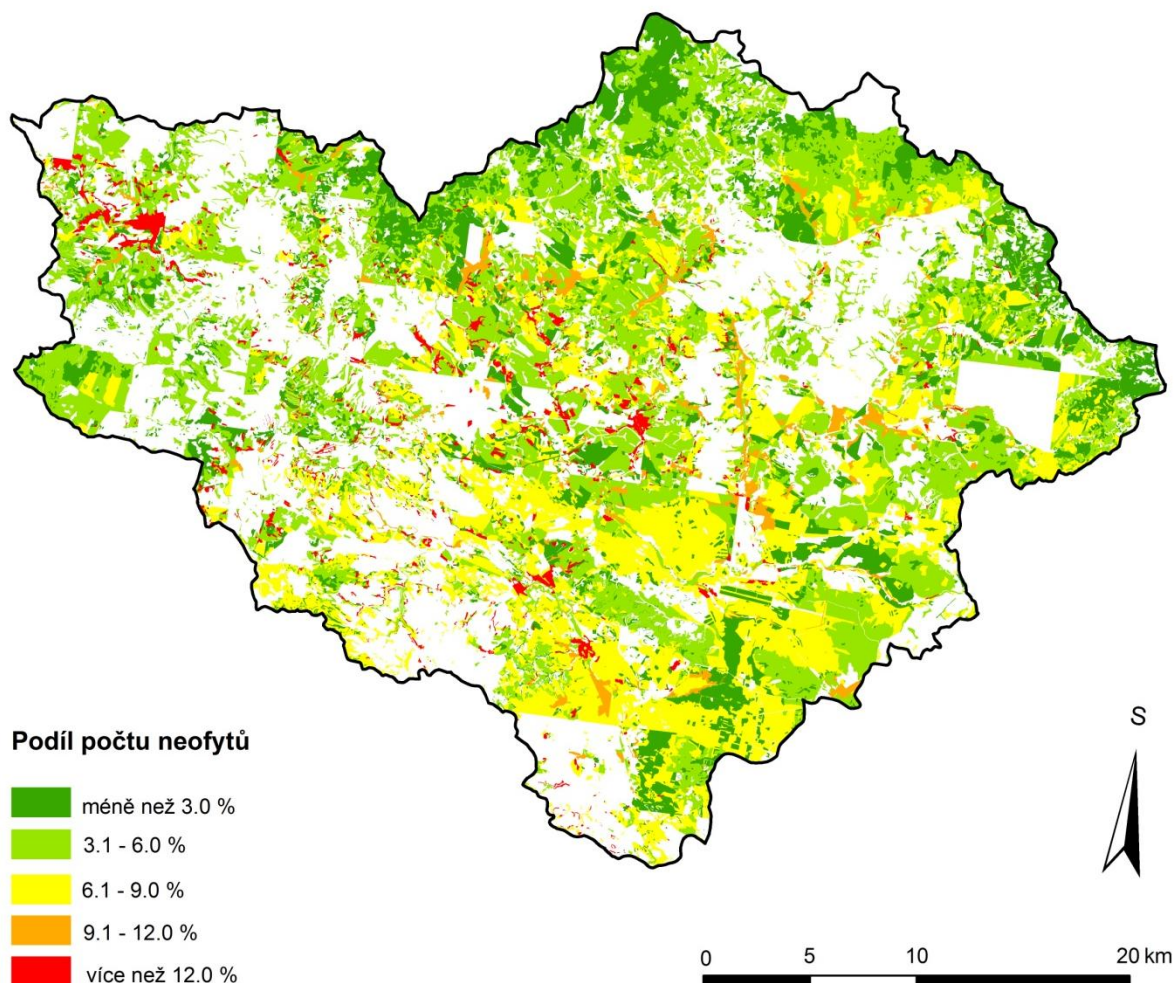
Graf č. 16: Závislosti mezi nadmořskou výškou a podílem počtu neofytů v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 22). Pro úplnost jsou uvedeny i grafy biotopů s pouze jedním snímkem.



Obr. č. 27: Podíl počtu neofytů v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných fytoecologických snímků.



Statisticky významný vztah mezi nadmořskou výškou a podílem počtu neofytů ve fytoecologickém snímku se projevil u třech biotopů ze sedmnácti sledovaných. Ve dvou případech invadovanost s rostoucí nadmořskou výškou klesá, v jednom případě roste. Ve čtrnácti biotopech se neprokázal žádný vztah.

Nejvyšší hodnoty podílu počtu neofytů (nad 12 %) jsou predikovány pro Urbanizovaná území (X1) ve výškách do 280 m n. m., ze kterých dosahuje maximální předpovídané hodnoty (19,6 %) území obce Staré Splavy v jižní části povodí, ležící ve 156 m n. m. Dále je udáván podíl počtu neofytů nad 12 % u Dubohabřin (L3). Zatížení 9-12% zastoupením neofytů je evidováno pro Urbanizovaná území (X1) ve výškách kolem 300 m n. m. Minimálně (do 3 %) jsou neofyty zatíženy Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9) v nadmořské výšce nad 450 m. Nízká invadovanost (3-6 %) je předpovídána pro plošně rozsáhlé biotopy Louky a pastviny (T1), Bučiny (L5), Lužní lesy (L2), Extenzivně obhospodařovaná pole (X3) a Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7).

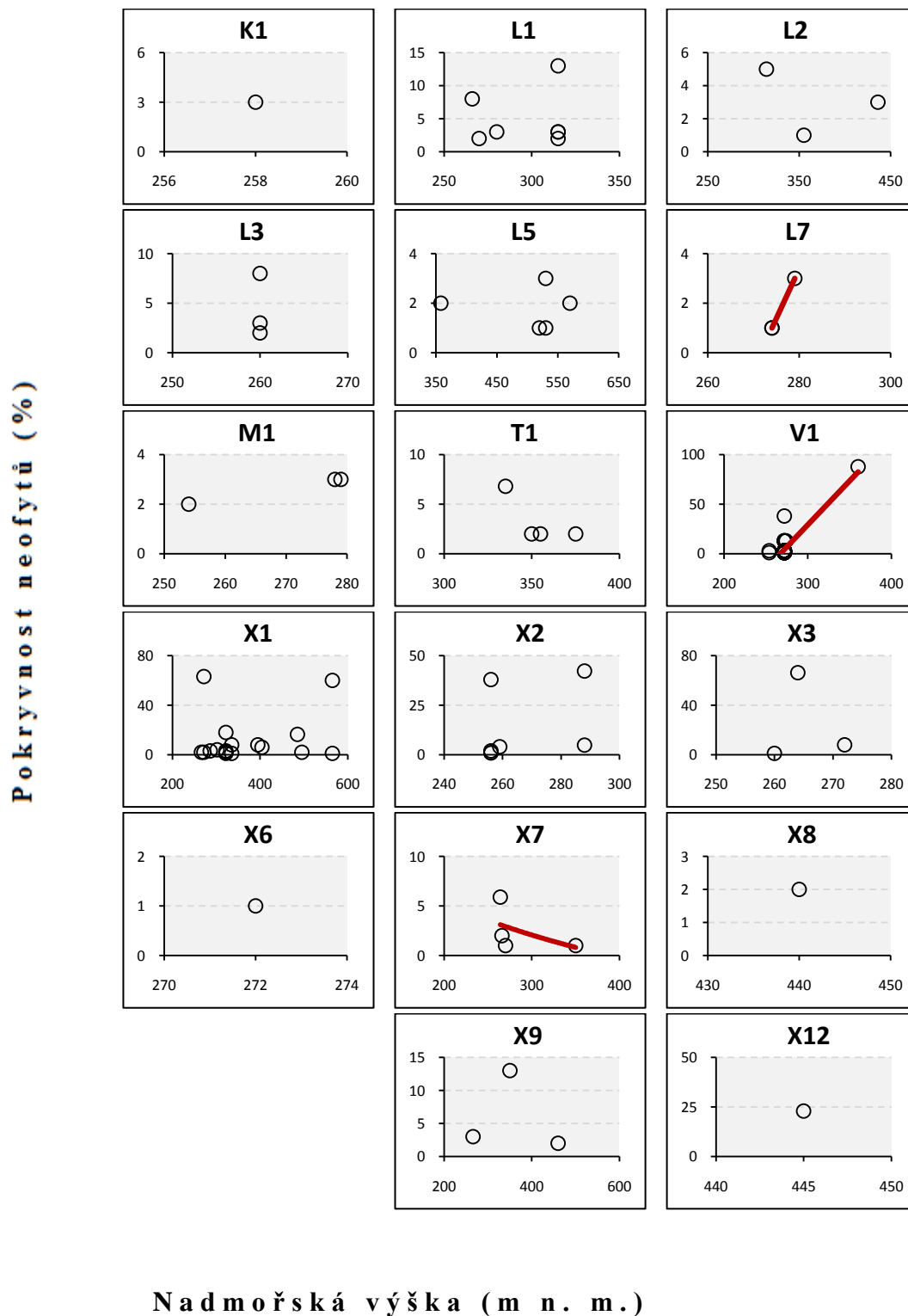
Tab. č. 23: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a pokryvností neofytů v jednotlivých biotopech

Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Počet fyt. snímků	Pokryvnost neofytů (%)			
		střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K1	1	3.00	-	-	-
L1	7	3.00	$y = 0.0121x + 1.2723$	0.010	0.491
L2	3	3.00	$y = -4.461\ln(x) + 29.321$	0.500	0.333
L3	3	3.00	-	-	-
L5	5	2.00	$y = -0.356\ln(x) + 4.0103$	0.189	0.380
L7	3	1.00	$y = 0.4x - 108.6$	1.000	< 0.001
M1	3	3.00	$y = 10.847\ln(x) - 58.065$	0.866	0.167
T1	4	2.00	$y = 0.0289x - 7.5609$	0.775	0.113
V1	58	2.00	$y = 0.889x - 237.49$	0.259	0.025
X1	25	3.00	$y = 0.0384x - 2.3701$	0.055	0.417
X2	7	0.50	$y = 0.4437x - 104.52$	0.643	0.060
X3	3	8.00	$y = -0.5393x + 168.16$	0.500	0.333
X6	1	1.00	-	-	-
X7	4	1.50	$y = -8.121\ln(x) + 48.39$	0.949	0.026
X8	1	2.00	-	-	-
X9	3	3.00	$y = -0.0099x + 9.5619$	0.500	0.333
X12	1	23.00	-	-	-
K1	Mokřadní vrbiny		X1	Urbanizovaná území	
L1	Mokřadní olšiny		X2	Intenzivně obhospodařovaná pole	
L2	Lužní lesy		X3	Extenzivně obhospodařovaná pole	
L3	Dubohabřiny		X6	Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla	
L5	Bučiny		X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla	
L7	Acidofilní doubravy		X8	Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy	
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic		X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami	
T1	Louky a pastviny		X12	Nálety pionýrských dřevin	
V1	Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod				

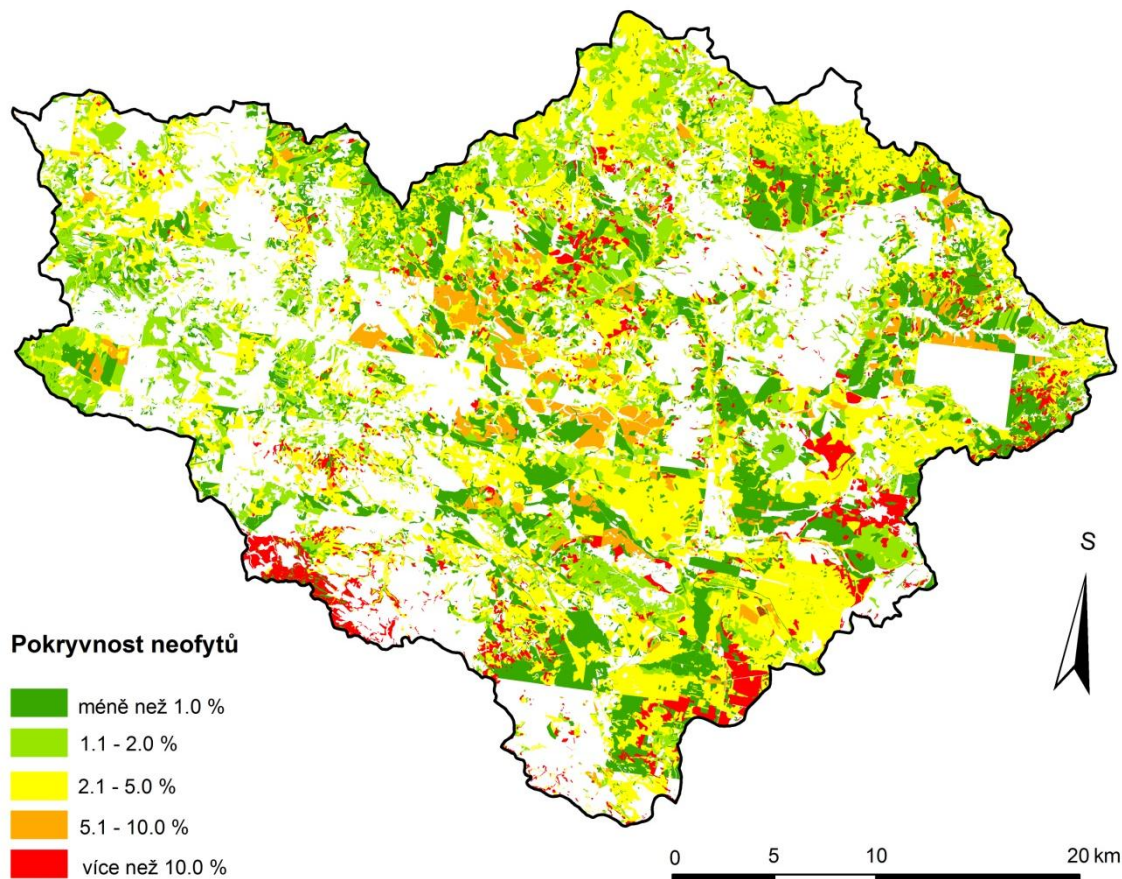
Graf č. 17: Závislosti mezi nadmořskou výškou a pokryvností neofytů v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 23). Pro úplnost jsou uvedeny i grafy biotopů s pouze jedním snímkem.



Obr. č. 28: Pokryvnost neofytů v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných fytoecologických snímků.



Signifikantní vztah mezi nadmořskou výškou a pokryvností neofytů se prokázal u třech biotopů ze sedmnácti analyzovaných. Pouze v jednom případě klesá invadovanost s rostoucí nadmořskou výškou, ve dvou případech naopak roste. U čtrnácti biotopů se daný vztah neprojevil jako statisticky významný.

Největší rozlohu s pokryvností neofytů nad 10 % představují Acidofilní doubravy (L7) v nadmořské výšce nad 300 m, dále potom Nálety pionýrských dřevin (X12). Oranžovou barvou jsou v mapě označeny oblasti s 5-10% pokryvností neofytů, jedná se především o centrální část území, kde se vyskytují Extenzivně obhospodařovaná pole (X3) se střední hodnotou pokryvnosti neofytů 8 %. Urbanizovaná území (X1) a Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9) jsou z tohoto hlediska invadovány středně, tj. 2-5% pokryvnost neofytů. Většinu území s nízkou pokryvností neofytů 1-2 % představují Louky a pastviny (T1). Minimální pokryvnost neofytů je predikována v biotopech Intenzivně obhospodařovaná pole (X2), Antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla (X6), potom také v Acidofilních doubravách (L7) do 270 m n. m. a v Ruderální bylinné vegetaci mimo sídla (X7) nad 340 m n. m.

5.2 Data vlastního terénního mapování (invazní neofyty v břehové vegetaci)

Soubor dat z vlastního terénního mapování obsahuje 344 segmentů. V tomto případě byly do analýz zahrnuty i snímky s nulovou invadovaností vzhledem k faktu, že mapování bylo provedeno za účelem sledování konkrétních invazních neofytů a nebyly záměrně vybírány lokality bez těchto druhů. Z počtu 344 segmentů bylo vyhodnoceno jako neinvadované 52 (15 %). Počet zatížených segmentů v dílčích biotopech uvádí tab. č. 24.

Po určení typu biotopu jednotlivým segmentům byl biotop Mokřadní vrbiny (K1), zastoupený pouze jedním segmentem, přiřazen k biotopu Vrbové křoviny podél vodních toků (K2). Podobně byl jeden segment biotopu Mokřadní olšiny (L1) sloučen se segmenty biotopu Lužní lesy (L2).

Střední hodnota prostého indexu zatížení všech segmentů činí 3,70 (průměr 3,56), u váženého indexu je to 2,48 (průměr 2,27). Střední hodnota počtu zaznamenaných taxonů v segmentu je 1,00 (průměr 1,66) a počtu jedinců 90 (průměr 141).

5.2.1 Invadovanost biotopů

Při hodnocení biotopů se projevila jako nejzatíženější Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7), u které prostý index zatížení ($I_p = 7,98$) přesahuje více jak dvakrát střední hodnotu indexu pro celý soubor dat ($I_p = 3,70$). Ještě výrazněji převyšují hodnoty počtu taxonů a jedinců. Jsou však zaznamenány jen dva segmenty v tomto biotopu. Nejvyšší hodnotu váženého indexu zatížení a zároveň nejvyšší počty jedinců vykazují Vrbové křoviny podél vodních toků (K2), u kterých střední hodnota počtu jedinců ($PJ = 420$) je více než čtyřnásobná než střední hodnota celku ($PJ = 90$). Biotopy Urbanizovaná území (X1), Nelesní stromové výsadby mimo sídla (X13), Lužní lesy (L2) a Louky a pastviny (T1) se svými charakteristikami blíží středním hodnotám celku. Nejméně zatíženým biotopem se jeví Rákosiny a vegetace vysokých ostřic (M1). Invazními neofyty nezatíženými biotopy byly určeny Bučiny (L5), Smrčiny (L9) a Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9), jejichž střední hodnoty jednotlivých charakteristik odpovídají nule. Jako 100% neinvadovaný biotop se projevily pouze Smrčiny (L9), které jsou zastoupeny jen dvěma segmenty. Hodnoty jednotlivých charakteristik invadovanosti pro určené biotopy jsou shrnuty v tab. č. 25. Následující graf č. 18 znázorňuje vztah daných hodnot ke středním hodnotám celého souboru dat.

Tab. č. 24: Počet segmentů v jednotlivých biotopech

Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

	Biotop	Invadované segmenty		Celkem
		počet	%	
Křoviny	K1	1	100	1
	K2	5	83	6
Lesy	L1	1	100	1
	L2	48	79	61
	L5	1	20	5
	L9	0	0	2
Mokřady a pobřežní vegetace	M1	5	100	5
Sekundární trávníky a vřesoviště	T1	5	100	5
Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem	X1	60	100	60
	X7	2	100	2
	X9	5	21	24
	X13	9	100	9
Mozaika		88	88	100
Neurčený biotop		62	98	63
Celkem		292	85	344
<div> <div>K1 Mokřadní vrbiny</div> <div>K2 Vrbové křoviny podél vodních toků</div> <div>L1 Mokřadní olšiny</div> <div>L2 Lužní lesy</div> <div>L5 Bučiny</div> <div>L9 Smrčiny</div> <div>M1 Rákosiny a vegetace vysokých ostřic</div> <div>T1 Louky a pastviny</div> <div>X1 Urbanizovaná území</div> <div>X7 Ruderální bylinná vegetace mimo sídla</div> <div>X9 Lesní kultury s nepůvodními dřevinami</div> <div>X13 Nelesní stromové výsadby mimo sídla</div> </div>				

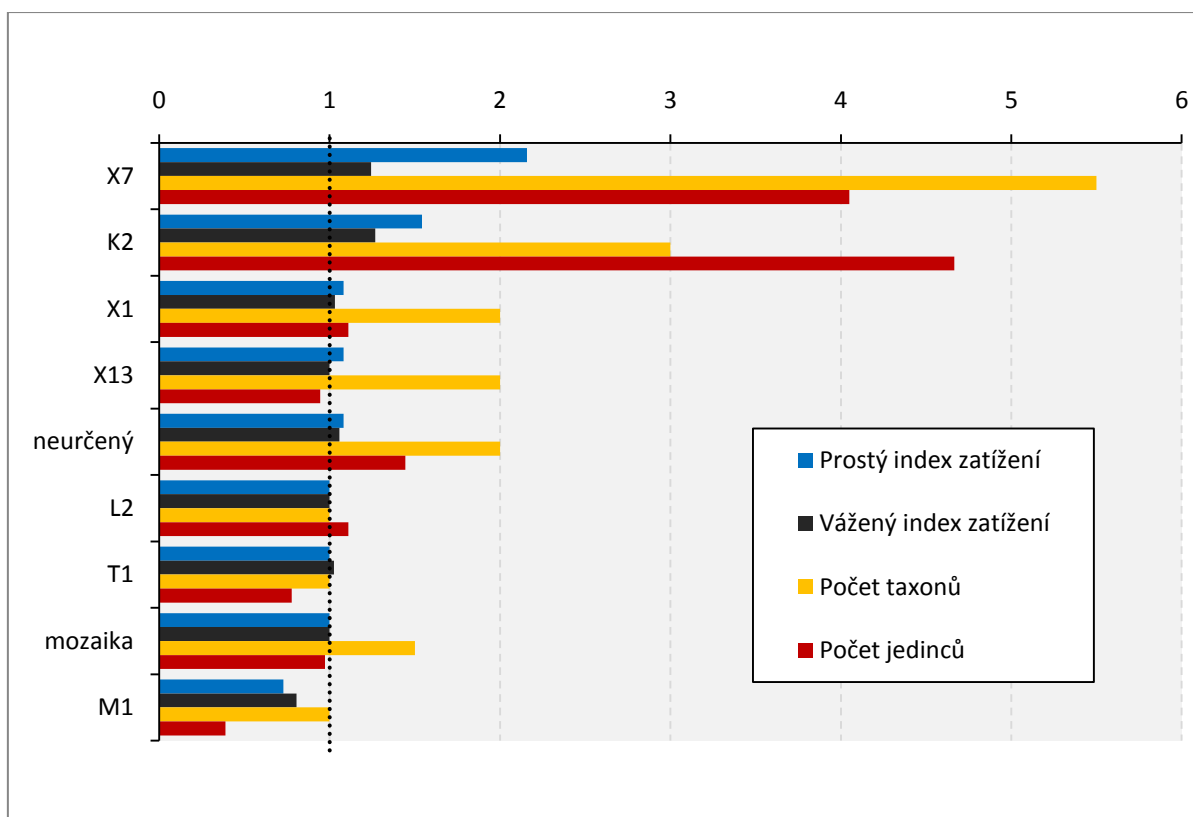
Tab. č. 25: Střední hodnoty charakteristik invadovanosti pro jednotlivé biotopy

Biotopy jsou seřazeny sestupně podle hodnoty prostého indexu zatížení. Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou č. 24.

Biotop	Prostý index zatížení	Vážený index zatížení	Počet taxonů	Počet jedinců
X7	7.98	3.09	5.50	364.50
K2	5.71	3.15	3.00	420.00
X1	4.00	2.56	2.00	100.00
X13	4.00	2.48	2.00	85.00
Neurčený biotop	4.00	2.62	2.00	130.00
L2	3.70	2.48	1.00	100.00
T1	3.70	2.54	1.00	70.00
Mozaika	3.70	2.48	1.50	87.50
M1	2.70	2.00	1.00	35.00
L5	0.00	0.00	0.00	0.00
L9	0.00	0.00	0.00	0.00
X9	0.00	0.00	0.00	0.00
Celkem	3.70	2.48	1.00	90.00

Graf č. 18: Parametry invadovanosti vzhledem ke střední hodnotě dat všech biotopů

Hodnota 1 odpovídá 100 % střední hodnoty jednotlivých veličin. Dané střední hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 25. Biotopy jsou seřazeny sestupně podle hodnoty prostého indexu zatížení. V grafu nejsou zobrazeny biotopy L5, L9, X9 se střední hodnotou všech veličin 0,00. Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod grafem.



K2 Vrbové křoviny podél vodních toků
 L2 Lužní lesy
 L5 Bučiny
 L9 Smrčiny
 M1 Rákosiny a vegetace vysokých ostřic

T1 Louky a pastviny
 X1 Urbanizovaná území
 X7 Ruderální bylinná vegetace mimo sídla
 X9 Lesní kultury s nepůvodními dřevinami
 X13 Nelesní stromové výsadby mimo sídla

Při terénním mapování byl segmentům přiřazován typ využití příbřežní zóny. Nejvíce záznamů bylo sledováno v lesích, na loukách a v intravilánu. Z hodnot prostého indexu zatížení segmentů je určena nejvyšší střední hodnota pro segmenty na loukách ($I_p = 4,00$). V intravilánu odpovídá střední hodnota indexu 3,74. Lesy prokazují nejnižší zatížení ($I_p = 0,85$), nejsou však rozlišovány lužní lesy. Minimální invadovanost lesů dokládá i 50% podíl nezatížených segmentů, zatímco v rámci luk byly zaznamenány jen 4 % nezatížených segmentů a v intravilánu jen 3 %.

5.2.2 Invazní neofyty v jednotlivých biotopech

V nejzatíženějším (z hlediska prostého indexu zatížení) biotopu Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) způsobuje vysoké zatížení neofyty především netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) a zlatobýly (*Solidago* spp.), objevující se v obou zaznamenaných segmentech.

Nejčastějším invazním druhem Vrbových křovin podél vodních toků (K2) je netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), vyskytující se ve 100 % sledovaných segmentů. V 57 % segmentů se objevuje netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) a slunečnice hlíznatá (*Helianthus tuberosus*). Ve 43 % segmentů je zaznamenán výskyt těchto tří neofytů současně.

V biotopu Urbanizovaná území (X1) se nejčastěji objevuje také netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), jež obsazuje 87 % segmentů tohoto biotopu. Ve 33 % segmentů se vyskytují zlatobýly (*Solidago* spp.), ve 30 % křídlatky (*Reynoutria* spp.) a ve 22 % potom netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*). V jednom segmentu byl zaznamenán výskyt všech čtyř jmenovaných neofytů, výskyt třech z nich se objevuje ve 12 % segmentů.

V biotopu Nelesní stromové výsadby mimo sídla (X13) mají nejvyšší frekvenci výskytu netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) a n. malokvětá (*I. parviflora*), zaznamenané ve všech segmentech. Ve 33 % segmentů se nacházejí křídlatky (*Reynoutria* spp.).

Lužní lesy (L2) jsou charakteristické opět netýkavkou malokvětou (*Impatiens parviflora*), jež se vyskytuje v 77 % segmentů lužních lesů. Ve 27 % segmentů se objevuje netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), v 15 % křídlatky (*Reynoutria* spp.).

Také v biotopu Louky a pastviny (T1) stejně jako v biotopu Rákosiny a vegetace vysokých ostřic (M1) se nejčastěji nachází netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), rozšířená ve všech segmentech.

V Lesních kulturách s nepůvodními dřevinami (X9) je v 17 % segmentů registrována pouze netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*).

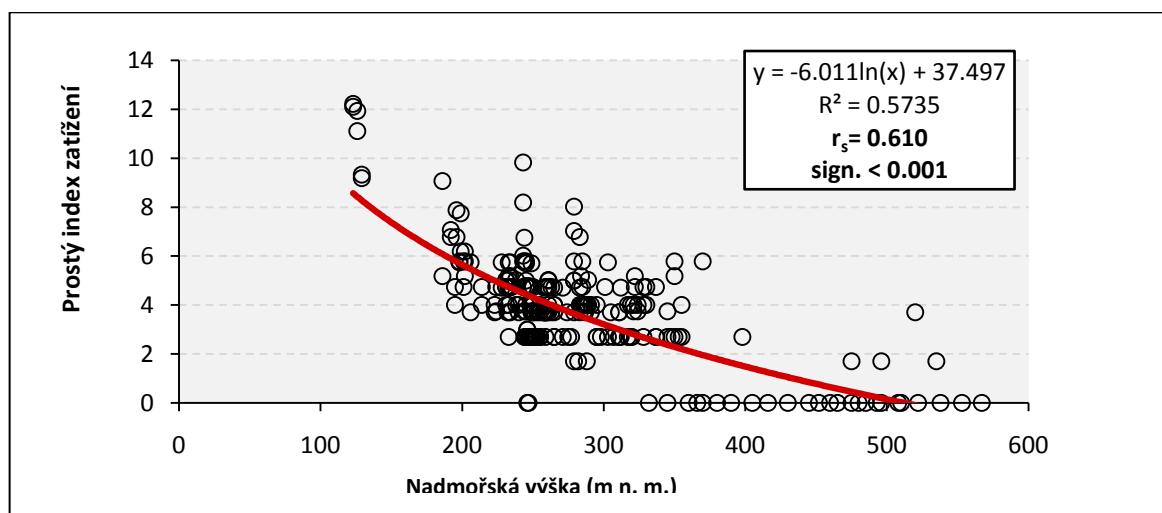
Bučiny (L5) se projevily jako velmi málo invadované. Jen jeden segment (tj. 20 %) je zatížen, a to netýkavkou malokvětou (*Impatiens parviflora*) a křídlatkami (*Reynoutria* spp.). Smrčiny (L9) se jeví také minimálně zatížené, dva sledované segmenty neobsahují žádný ze sledovaných neofytů.

5.2.3 Vztahy mezi charakteristikami segmentů

Tato kapitola se zabývá závislostmi nadmořské výšky a invadovanosti, která je určena prostým indexem zatížení, váženým indexem zatížení, počtem taxonů a počtem jedinců. Pro určení statistické významnosti vztahů je použit Spearmanův koeficient korelace (r_s). Dané vztahy jsou graficky znázorněny v grafech č. 19-22.

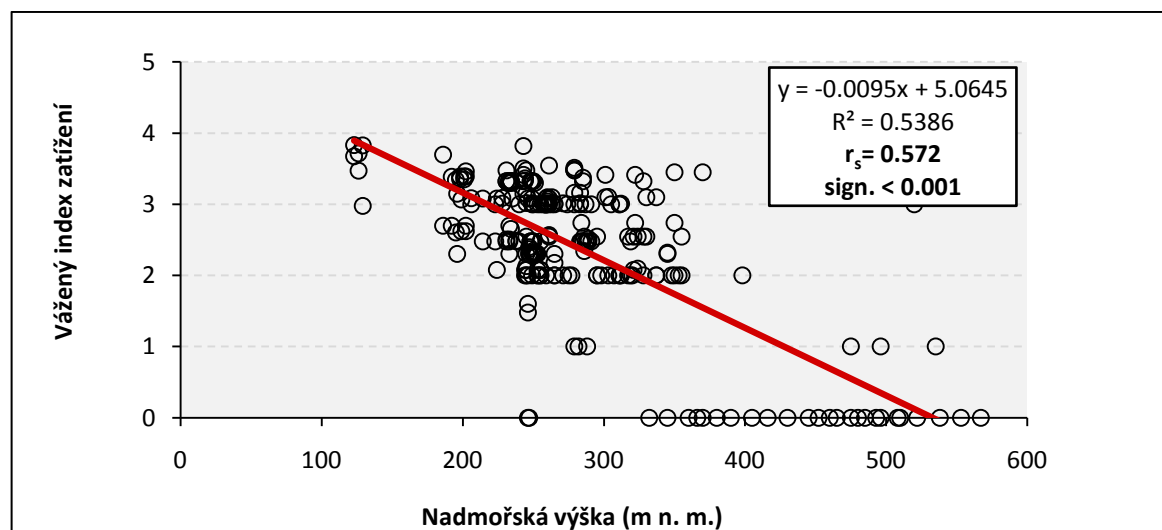
U vztahu mezi nadmořskou výškou a invadovaností segmentů, danou prostým indexem zatížení, se prokázala střední negativní závislost ($r_s = 0,610$). Vztah je na 99% hladině spolehlivosti signifikantní.

Graf č. 19: Vztah mezi nadmořskou výškou a prostým indexem zatížení



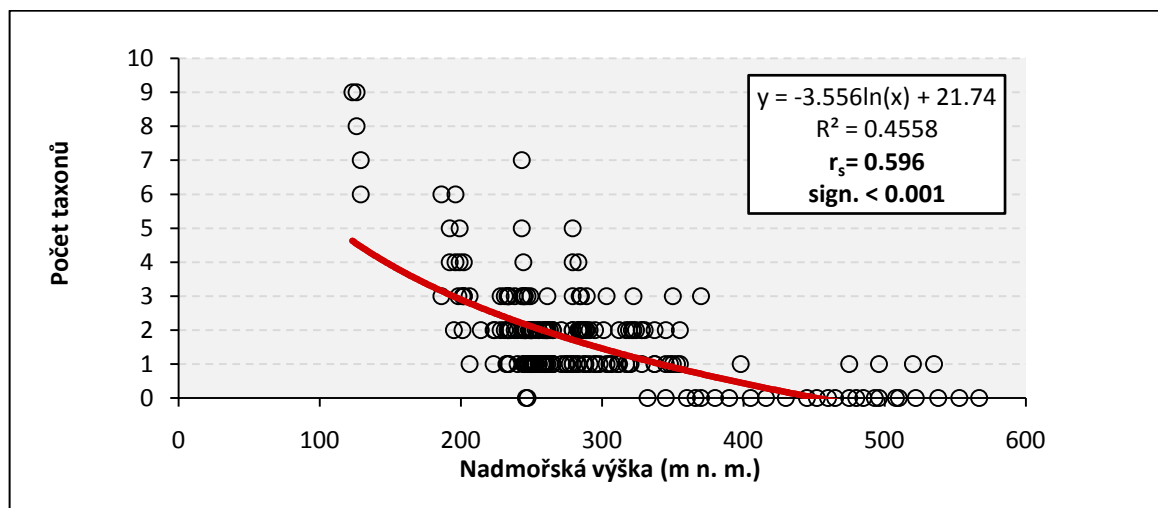
U vztahu mezi nadmořskou výškou a váženým indexem zatížení se prokázala střední negativní závislost ($r_s = 0,572$) na hladině spolehlivosti 99 %.

Graf č. 20: Vztah mezi nadmořskou výškou a váženým indexem zatížení



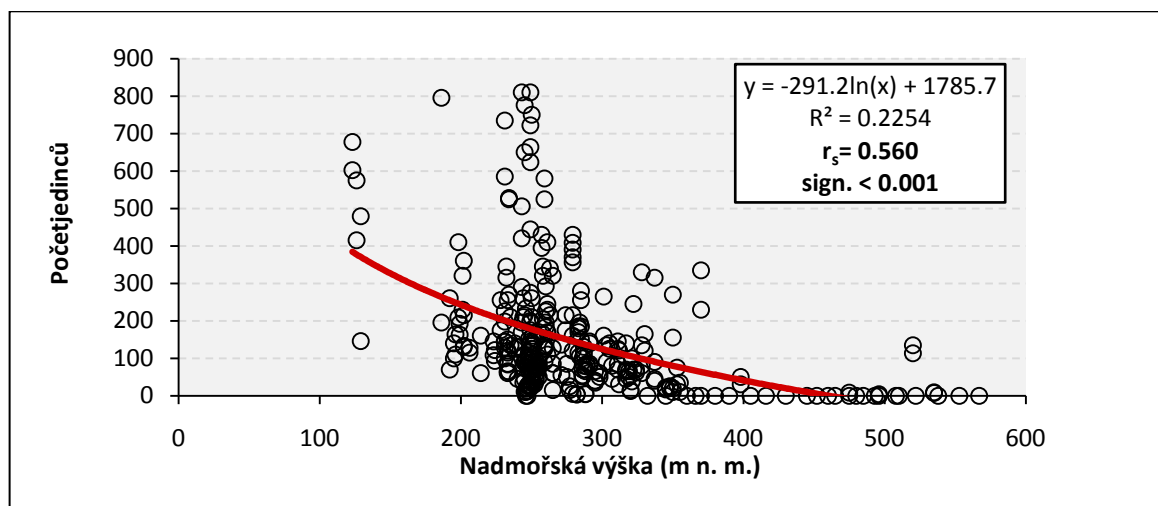
Negativní závislost mezi nadmořskou výškou a počtem zaznamenaných invazních neofytních taxonů v segmentu je charakterizován středním korelačním koeficientem ($r_s = 0,596$) při 99% hladině spolehlivosti.

Graf č. 21: Vztah mezi nadmořskou výškou a počtem taxonů



Závislost mezi nadmořskou výškou a počtem jedinců se na 99% hladině spolehlivosti projevuje jako negativní se středním korelačním koeficientem ($r_s = 0,560$).

Graf č. 22: Vztah mezi nadmořskou výškou a skutečným počtem jedinců



Z výsledků vyplývá, že nadmořská výška je limitujícím faktorem pro rozšíření invazních taxonů neofytů. Všechny sledované charakteristiky mají téměř shodný korelační koeficient, což je dáno jejich úzkou souvislostí. Pokud by byly hodnoceny jen invadované segmenty, tj. segmenty s alespoň jedním zaznamenaným neofytním taxonem, závislost by byla slabší, ale stále na 99% hladině spolehlivosti signifikantně negativní ($r_s = \text{cca } 0,400$).

5.2.4 Predikce invadovanosti

Na základě vyhodnocení invadovanosti segmentů břehové vegetace a následně biotopů byly vytvořeny mapy povodí Ploučnice, které zobrazují možné zatížení invazními neofyty. Zdrojovými informacemi pro určení zatížení jsou střední hodnoty ze souborů hodnot invadovanosti segmentů v jednotlivých biotopech. Pokud se projevil signifikantní vztah mezi invadovaností a nadmořskou výškou v určitém biotopu, jsou hodnoty v mapě odvozeny podle kombinace těchto charakteristik dílčích biotopů, která je definována rovnicí regrese. Hodnoty, na základě kterých jsou mapy sestaveny, jsou zaznamenány v tabulkách č. 26-29 a grafech č. 23-26. Pro konstrukci předpovědních map nebyly použity segmenty, pro které byl určen typ biotopu jako mozaika nebo neurčený. Takových bylo 163, mapy byly tedy vytvořeny na základě analýzy 181 segmentů. Ze 181 segmentů s určeným biotopem bylo bez invazních neofytů 38 (21 %). V mapách je pracováno s 10 biotopy. Pouze u Smrčin (L9) se nevyskytl žádný nepůvodní druh, analýza se u nich proto neprováděla. Bylo tedy hodnoceno devět biotopů. Výsledkem jsou čtyři předpovědní mapy, které znázorňují prostý a vážený index zatížení invazními neofyty, dále potom počet taxonů a počet jedinců těchto rostlin. Výsledné mapy jsou zobrazeny na obr. č. 29-32.

Tab. č. 26: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a prostým indexem zatížení invazními neofyty v jednotlivých biotopech

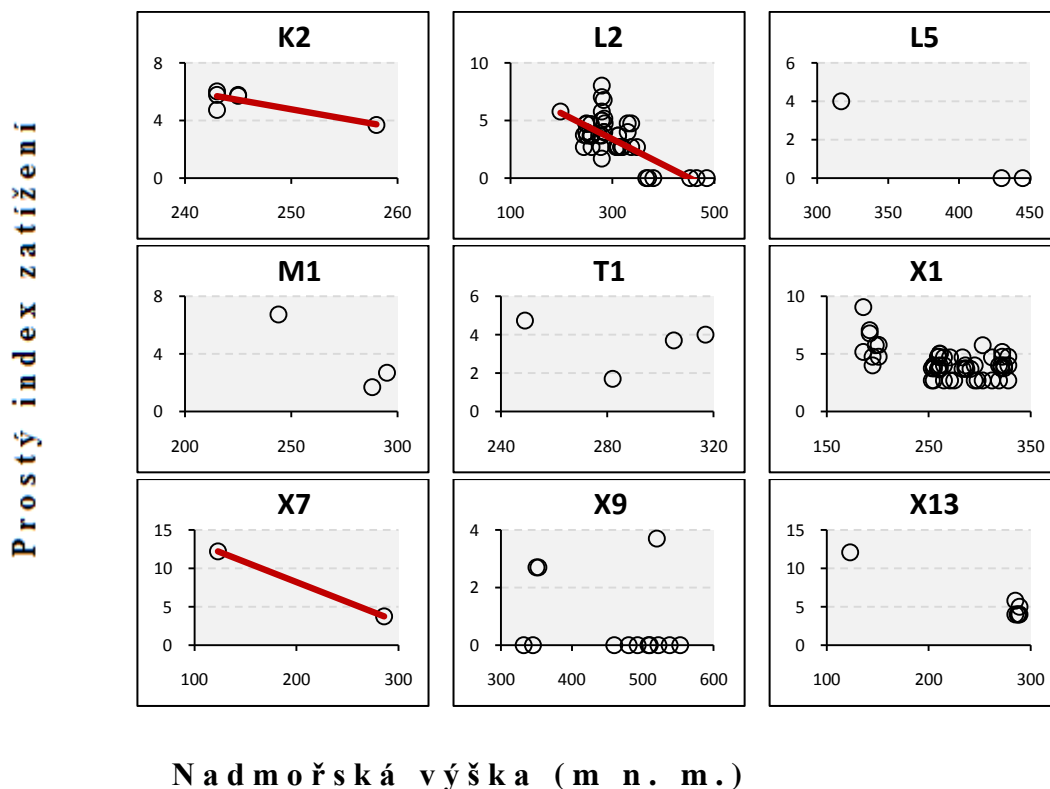
Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Prostý index zatížení					
Biotop	Počet segmentů	střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K2	7	5.71	$y = -0.1302x + 37.319$	0.722	0.034
L2	62	3.70	$y = -0.0224x + 10.093$	0.590	< 0.001
L5	5	0.00	$y = -12.25\ln(x) + 74.489$	0.745	0.740
M1	5	2.70	$y = -24.09\ln(x) + 138.95$	0.111	0.429
T1	5	3.70	$y = -1.652\ln(x) + 12.509$	0.053	0.467
X1	60	4.00	$y = -3.951\ln(x) + 26.224$	0.210	0.052
X7	2	7.98	$y = -0.052x + 18.621$	1.000	< 0.001
X9	24	0.00	$y = -0.751\ln(x) + 5.1398$	0.158	0.225
X13	9	4.00	$y = -0.0472x + 17.92$	0.423	0.128

K2	Vrbové křoviny podél vodních toků	X1	Urbanizovaná území
L2	Lužní lesy	X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla
L5	Bučiny	X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic	X13	Nelesní stromové výsadby mimo sídla
T1	Louky a pastviny		

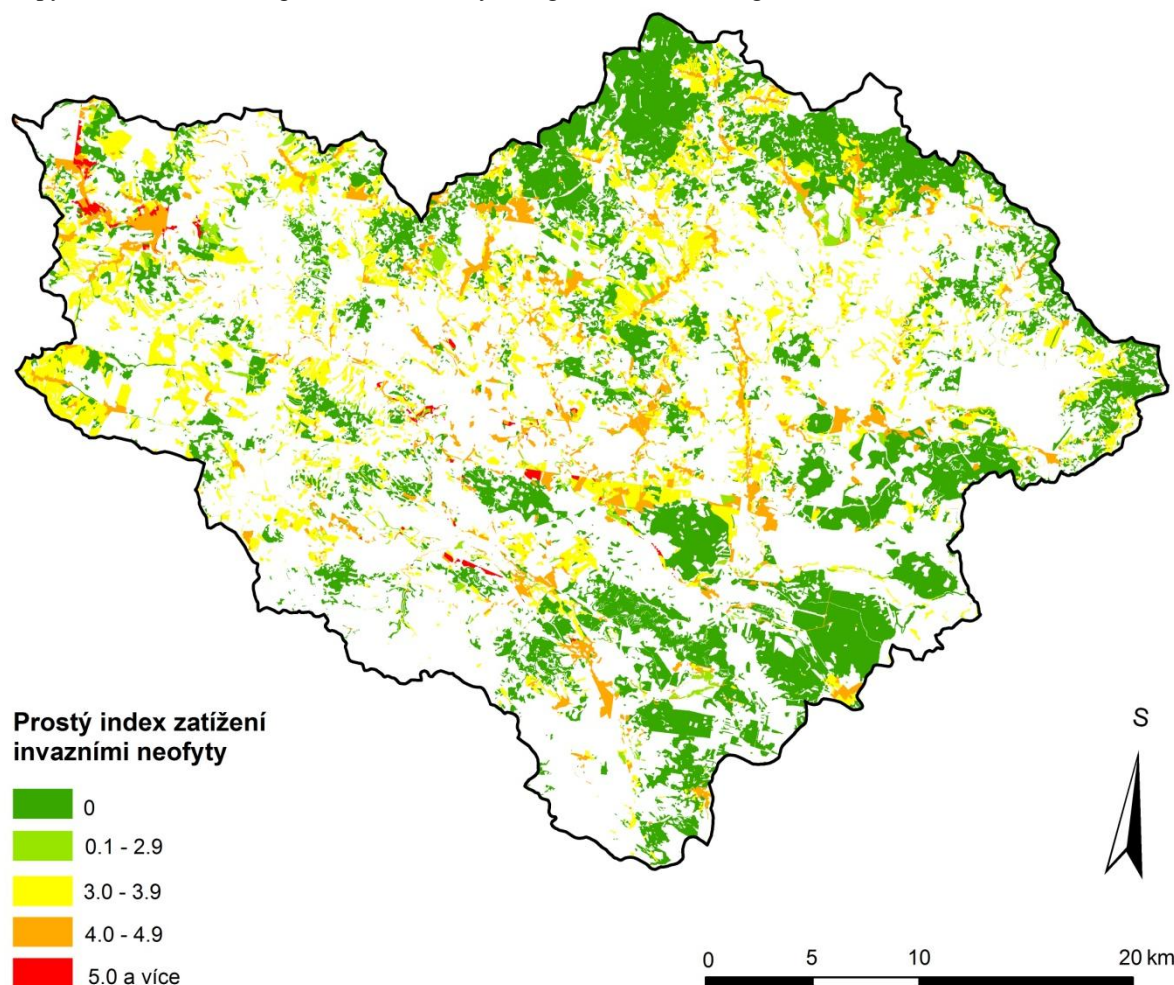
Graf č. 23: Závislosti mezi nadmořskou výškou a prostým indexem zatížení invazními neofyty v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 26).



Obr. č. 29: Prostý index zatížení invazními neofyty v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných segmentů břehové vegetace.



Signifikantní vztah mezi nadmořskou výškou a prostým indexem zatížení invazními neofyty se projevil ve třech sledovaných biotopech z devíti. Všechny tři biotopy prokazují snižující se zatížení neofyty s rostoucí nadmořskou výškou.

Hodnot prostého indexu zatížení invazními neofyty nad 5 dosahuje jen velmi malá část území. Jedná se pouze o Ruderální bylinnou vegetaci mimo sídla (X7) do výšky 260 m n. m., která se vyskytuje v západní a střední části povodí. Také u Lužních lesů (L2) v nadmořské výšce do 230 m se předpokládá takto vysoká invadovanost, v mapě se však jedná o nezřetelná území také v západní části. Absolutní maximum indexu (až 12,8) je předpokládáno pro Vrbové křoviny podél vodních toků (K2) kolem 200 m n. m. Většinu plochy s indexem zatížení 4 až 5, v mapě označenou oranžově, představují Urbanizovaná území (X1). Nulové zatížení neofyty je předpokládáno pro Bučiny (L5), Smrčiny (L9) a Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9). Dále je nulová invadovanost predikována pro Ruderální bylinnou vegetaci mimo sídla (X7) ve výškách nad 350 m n. m. a pro Lužní lesy (L2) nad 450 m n. m.

Tab. č. 27: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a váženým indexem zatížení invazními neofyty v jednotlivých biotopech

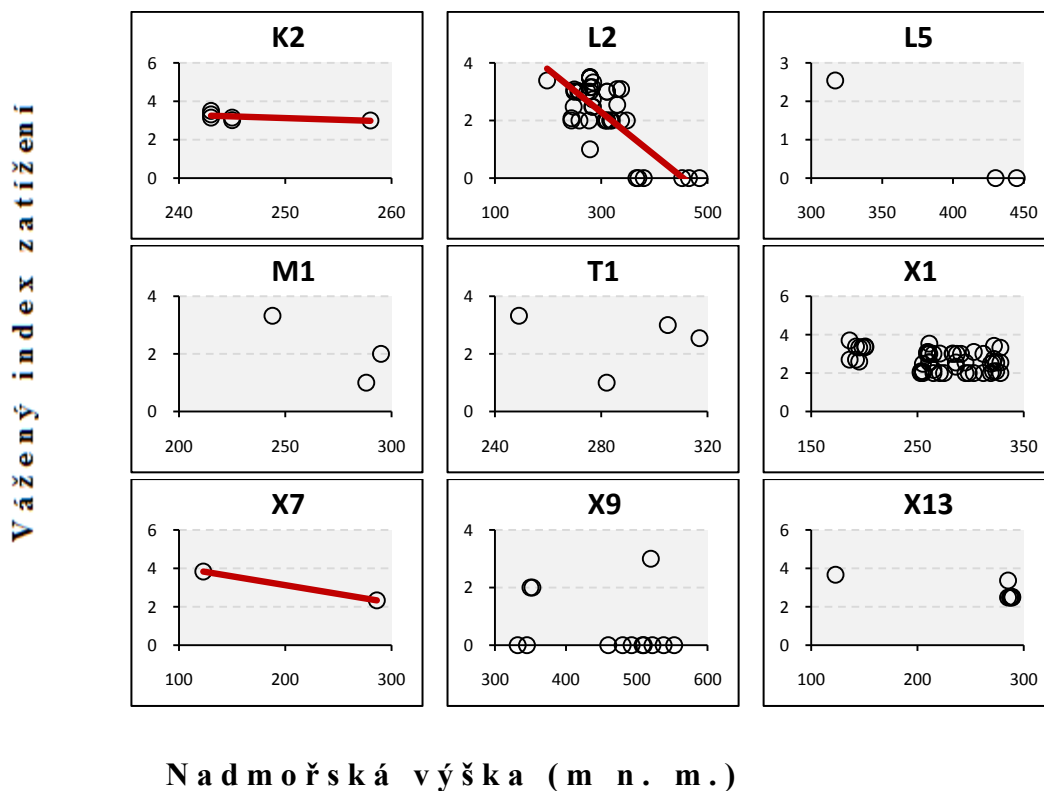
Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Počet segmentů	Vážený index zatížení			
		střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K2	7	3.15	$y = -0.0177x + 7.5588$	0.914	0.002
L2	62	2.48	$y = -0.0149x + 6.7449$	0.610	< 0.001
L5	5	0.00	$y = -7.79\ln(x) + 47.376$	0.745	0.740
M1	5	2.00	$y = -9.137\ln(x) + 53.393$	0.111	0.429
T1	5	2.54	$y = -1.014\ln(x) + 7.9072$	0.158	0.400
X1	60	2.56	$y = -1.094\ln(x) + 8.7654$	0.170	0.095
X7	2	3.09	$y = -0.0091x + 4.9519$	1.000	< 0.001
X9	24	0.00	$y = -0.474\ln(x) + 3.3226$	0.158	0.225
X13	9	2.48	$y = -0.0067x + 4.5054$	0.423	0.128

K2	Vrbové křoviny podél vodních toků	X1	Urbanizovaná území
L2	Lužní lesy	X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla
L5	Bučiny	X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic	X13	Nelesní stromové výsadby mimo sídla
T1	Louky a pastviny		

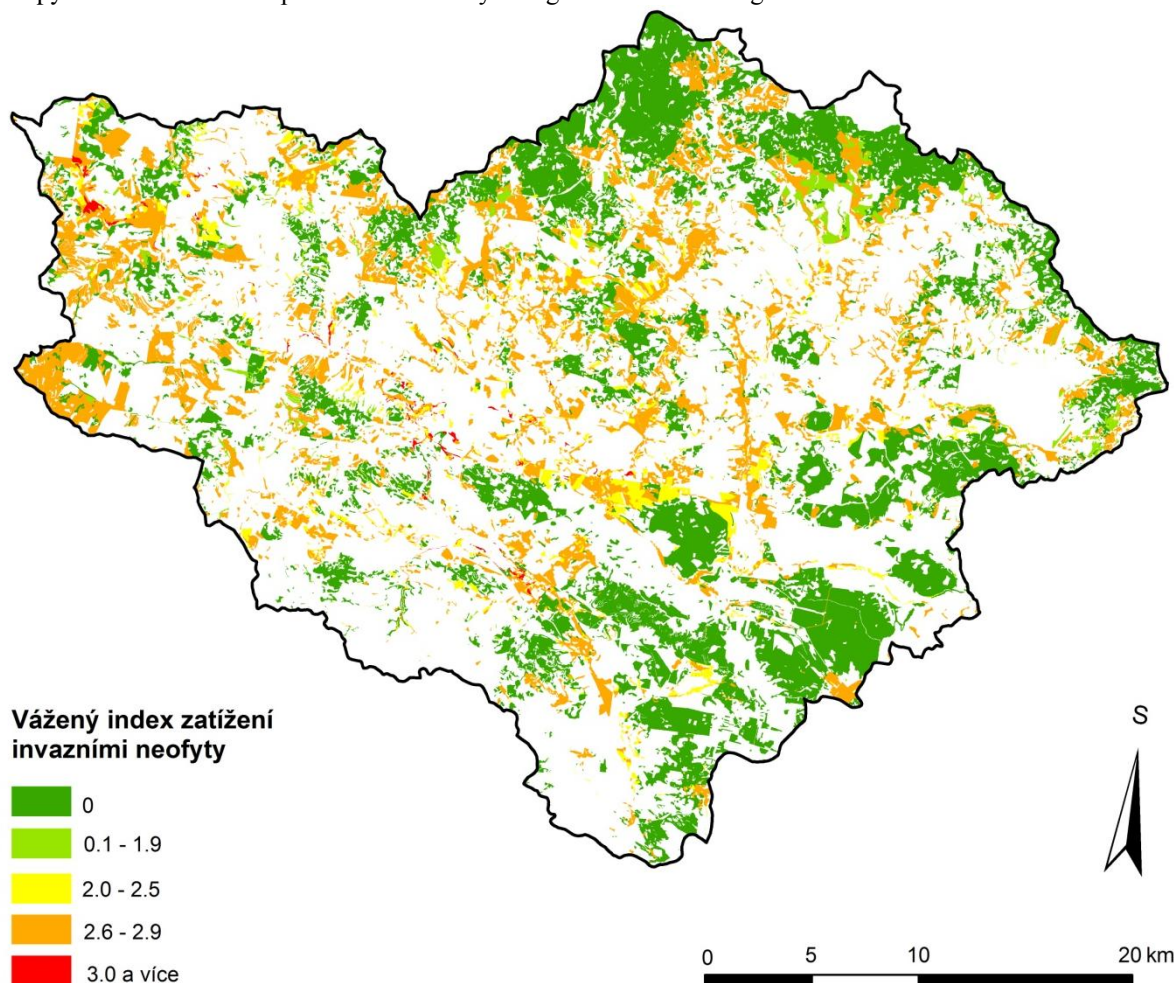
Graf č. 24: Závislosti mezi nadmořskou výškou a váženým indexem zatížení invazními neofyty v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 27).



Obr. č. 30: Vážený index zatížení invazními neofyty v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných segmentů břehové vegetace.



Mezi nadmořskou výškou a váženým indexem zatížení invazními neofyty se signifikantní vztah závislosti prokázal ve třech biotopech. Ve všech z nich dochází se zvyšující se nadmořskou výškou k poklesu zatížení.

Nejvyšších hodnot váženého indexu zatížení (nad 3) dosahuje Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) v nadmořské výšce do 200 m. Dále je hodnota indexu vyšší než 3 v Lužních lesích (L2) do 250 m n. m. Absolutní maximum indexu v rámci celého povodí je předpokládáno právě do tohoto biotopu, a to v nadmořské výšce 160 m. Takové území se vyskytuje v západní části povodí na východním okraji města Děčín, hodnota váženého indexu je zde predikována na 4,4. Index vyšší než 2,5 je dále predikován pro Urbanizovaná území (X1) a Louky a pastviny (T1). V centrální části povodí představuje žlutá barva v mapě oblasti Ruderální bylinné vegetace mimo sídla (X7) ve výšce kolem 300 m n. m. s váženým indexem zatížení 2-2,5. Nulová invadovanost je předpokládána u Bučin (L5), Smrčín (L9) a Lesních kultur s nepůvodními dřevinami (X9).

Tab. č. 28: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a počtem taxonů invazních neofytů v jednotlivých biotopech

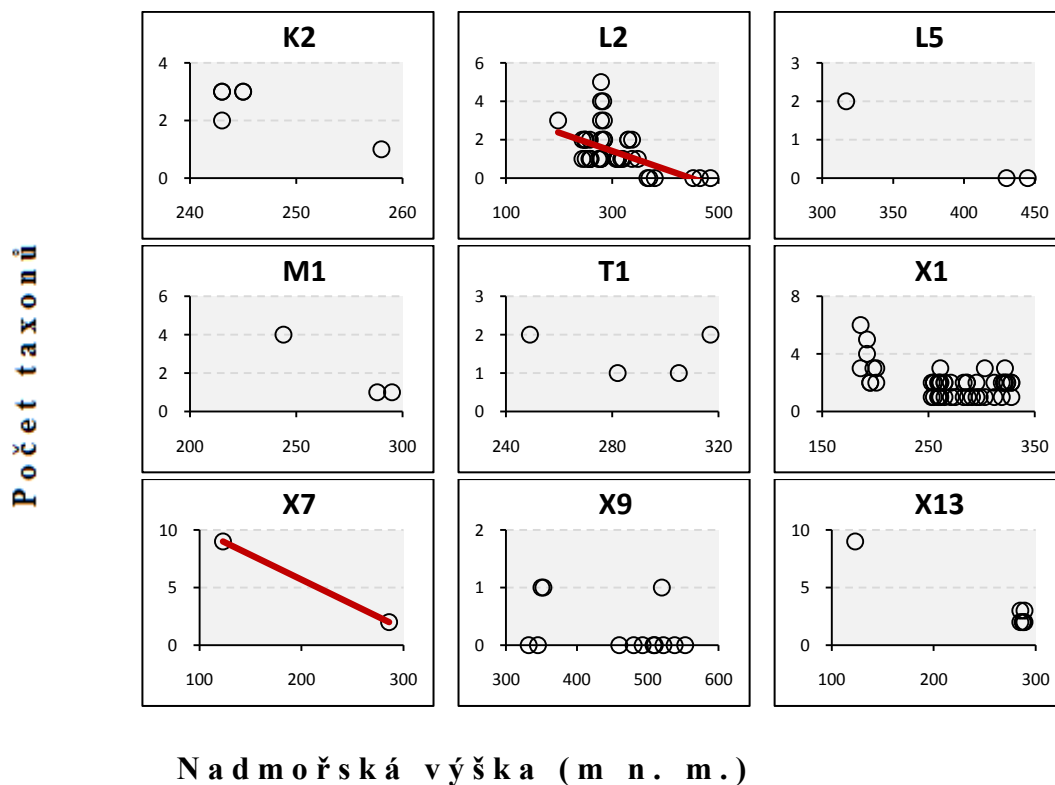
Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Počet segmentů	Počet taxonů			
		střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K2	7	3.00	$y = -0.122x + 32.512$	0.632	0.064
L2	62	1.00	$y = -0.0095x + 4.258$	0.556	< 0.001
L5	5	0.00	$y = -6.124\ln(x) + 37.244$	0.745	0.740
M1	5	1.00	$y = -16.5\ln(x) + 94.632$	0.745	0.074
T1	5	1.00	$y = -1.044\ln(x) + 7.3067$	0.000	0.500
X1	60	2.00	$y = -3.153\ln(x) + 19.533$	0.201	0.061
X7	2	5.50	$y = -0.0429x + 14.282$	1.000	< 0.001
X9	24	0.00	$y = -0.397\ln(x) + 2.5998$	0.181	0.194
X13	9	2.00	$y = -7.959\ln(x) + 47.298$	0.365	0.167

K2	Vrbové křoviny podél vodních toků	X1	Urbanizovaná území
L2	Lužní lesy	X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla
L5	Bučiny	X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic	X13	Nelesní stromové výsadby mimo sídla
T1	Louky a pastviny		

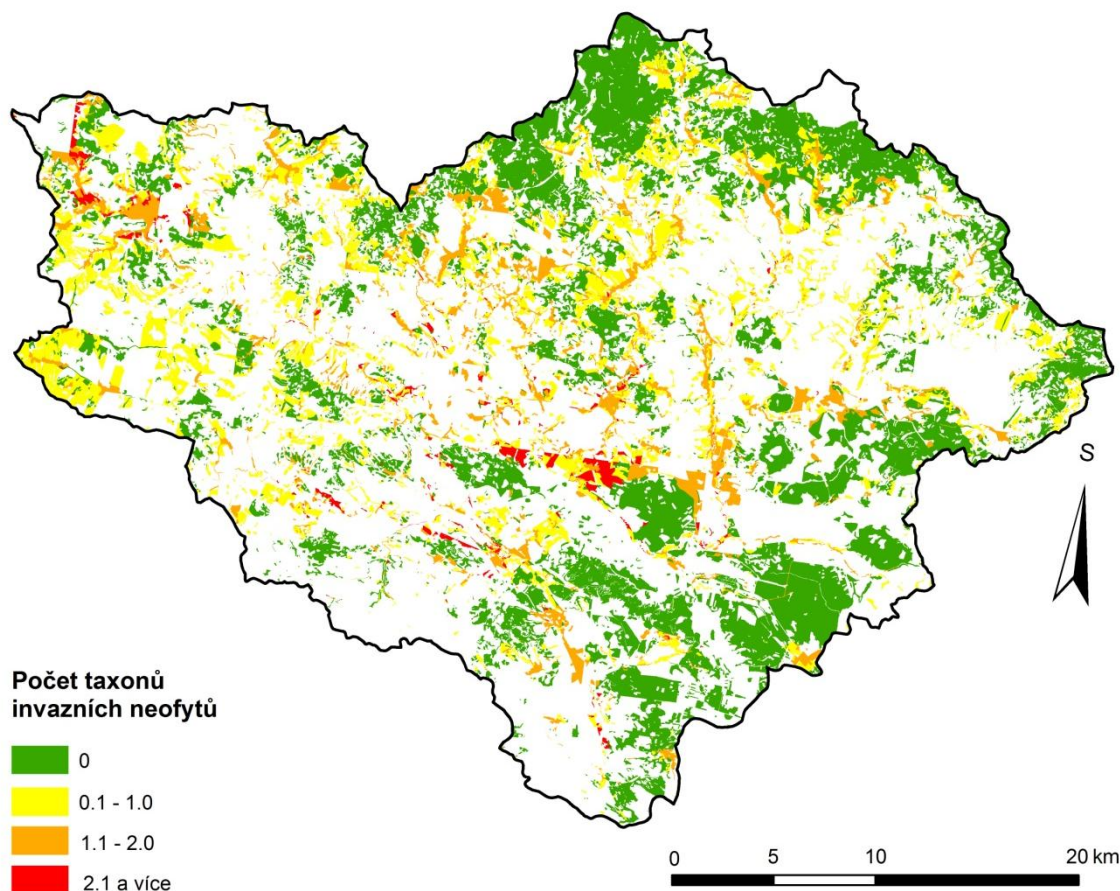
Graf č. 25: Závislosti mezi nadmořskou výškou a počtem taxonů invazních neofytů v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 28).



Obr. č. 31: Počet taxonů invazních neofytů v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných segmentů břehové vegetace.



Signifikantní vztah mezi nadmořskou výškou a počtem taxonů invazních neofytů se projevil jen u dvou biotopů, přičemž u biotopu Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) je vztah určen na základě pouze dvou mapovaných segmentů, proto lze vztah mezi výškou a počtem taxonů v Lužních lesích (L2) s počtem 62 sledovaných segmentů považovat za výrazně spolehlivější. V obou případech dochází s nadmořskou výškou k poklesu invadovanosti.

Nejvyšší hodnoty počtu taxonů invazních neofytů jsou předpokládány v Ruderální bylinné vegetaci mimo sídla (X7) v nadmořské výšce do 280 m, tyto oblasti se vyskytují v centrální a západní části území. Pro západní oblast v nadmořské výšce 180 m jsou predikovány nejvyšší hodnoty, a to 6,5 taxonu v segmentu. V této části povodí se nacházejí také Lužní lesy (L2), jež v této nadmořské výšce obsahují 2,7 sledovaných neofytů. Oranžově jsou v mapě zaznamenány oblasti s více než jedním a nejvýš se dvěma neofytními taxony, jedná se o Urbanizovaná území (X1) a Lužní lesy (L2) kolem 300 m n. m. Většinu rozlohy s pouze jedním invazním neofytem představují Louky a pastviny (T1). Neinvadované jsou Bučiny (L5), Smrčiny (L9) a Lesních kultury s nepůvodními dřevinami (X9).

Tab. č. 29: Statistické hodnoty pro závislost mezi nadmořskou výškou a počtem jedinců invazních neofytů v jednotlivých biotopech

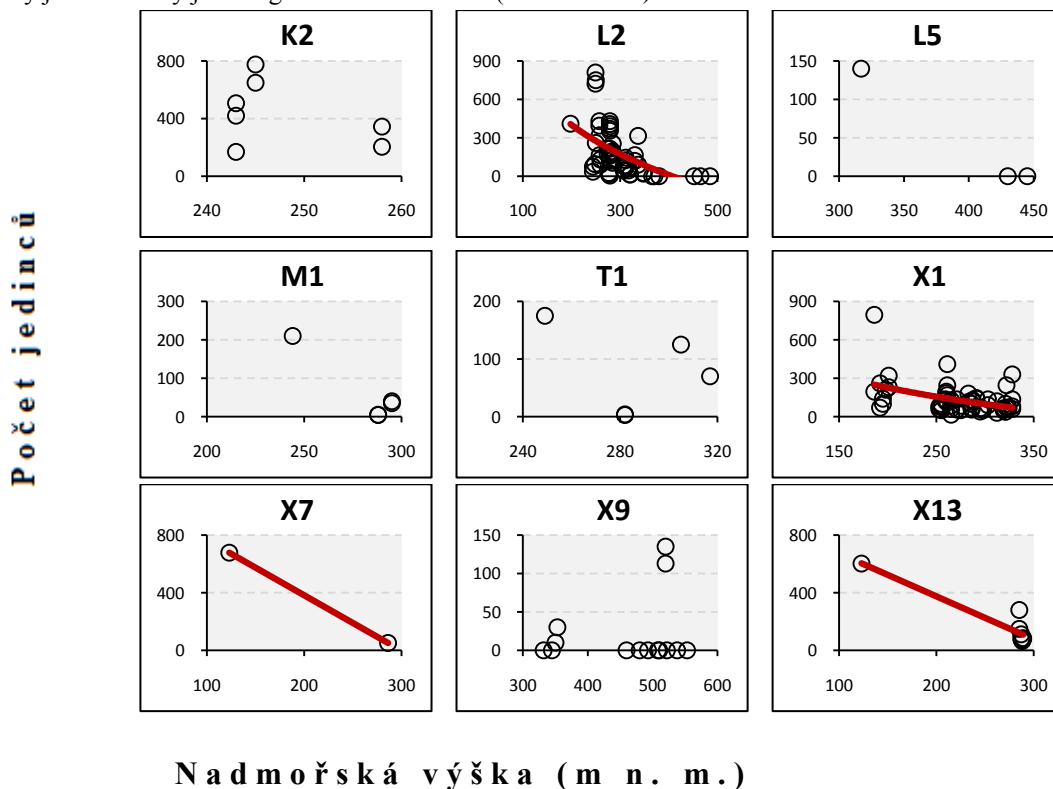
Tučným písmem jsou zvýrazněny hodnoty signifikance vztahu < 0.05 . Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou.

Biotop	Počet segmentů	Počet jedinců			
		střední hodnota	rovnice regrese	Spearmanův koef.	signifikance
K2	7	420.00	$y = -13.041x + 3671.2$	0.038	0.468
L2	62	100.00	$y = -564.5\ln(x) + 3391.9$	0.693	< 0.001
L5	5	0.00	$y = -428.7\ln(x) + 2607.1$	0.745	0.740
M1	5	35.00	$y = -1009\ln(x) + 5747$	0.105	0.433
T1	5	70.00	$y = -266.3\ln(x) + 1581.6$	0.154	0.402
X1	60	100.00	$y = -317\ln(x) + 1906.3$	0.278	0.015
X7	2	364.50	$y = -3.8466x + 1151.1$	1.000	< 0.001
X9	24	0.00	$y = 0.0604x - 16.242$	0.166	0.213
X13	9	85.00	$y = -2.9905x + 973.34$	0.780	0.007

K2	Vrbové křoviny podél vodních toků	X1	Urbanizovaná území
L2	Lužní lesy	X7	Ruderální bylinná vegetace mimo sídla
L5	Bučiny	X9	Lesní kultury s nepůvodními dřevinami
M1	Rákosiny a vegetace vysokých ostřic	X13	Nelesní stromové výsadby mimo sídla
T1	Louky a pastviny		

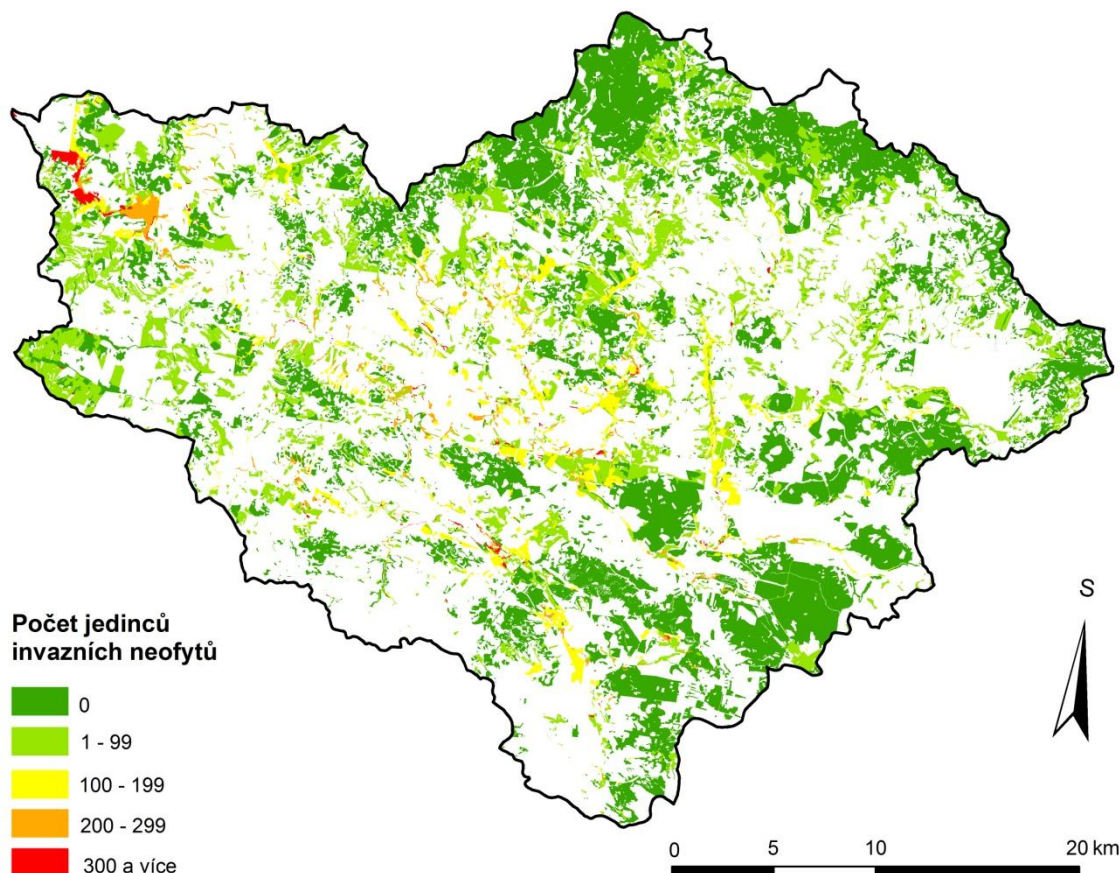
Graf č. 26: Závislosti mezi nadmořskou výškou a počtem jedinců invazních neofytů v jednotlivých biotopech

Regresní přímky jsou uvedeny jen u signifikantních vztahů (viz tab. č. 29).



Obr. č. 32: Počet jedinců invazních neofytů v povodí Ploučnice

Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných segmentů břehové vegetace.



Statisticky významný vztah mezi nadmořskou výškou a počtem zaznamenaných jedinců sledovaných invazních neofytů v segmentu se prokázal u čtyř biotopů z devíti hodnocených. Ve všech daných případech s rostoucí nadmořskou výškou invadovanost klesá.

Nejvyšších hodnot počtu jedinců invazních neofytů dosahuje západní část území v oblasti Benešova nad Ploučnicí a dále směrem k Děčínu, kde jsou předpovídané vysoké hodnoty invadovanosti (200 jedinců a více) zapříčiněny výskytem biotopů Urbanizovaná území (X1) a Nelesní stromové výsadby mimo sídla (X13), oba ve výšce nižší než 200 m n. m. Absolutní maximum (670 ks) je v rámci sledovaného území předpokládáno v Ruderální bylinné vegetaci mimo sídla (X7) ve výšce 124 m n. m., tato kombinace se vyskytuje v oblasti při soutoku Ploučnice a Labe. Počet jedinců nad 300 ks je dále predikován pro Lužní lesy (L2) v nadmořské výšce do 240 m, které se nacházejí na dolním toku Ploučnice a tamních přítocích. Naopak pro Lužní lesy (L2) nad 340 m n. m. je předpokládána nízká invadovanost (maximálně desítky jedinců). Nulová invadovanost je předpokládána pro Bučiny (L5), Smrčiny (L9) a Lesních kultury s nepůvodními dřevinami (X9).

6. DISKUZE

6.1 Použitá data

V práci byla použita data fytoocenologických snímků a data vlastního terénního mapování. Data z České národní fytoocenologické databáze (Chytrý, Rafajová 2003) byla využita za účelem získání informace o vegetaci, resp. její invadovanosti z různých oblastí a podmínek prostředí, zatímco data z vlastního terénního mapování byla získána účelově pouze z břehové vegetace. Zároveň charakteristiky invadovanosti jsou v daných souborech dat rozdílné. V rámci fytoocenologických snímků je hodnocen podíl nepůvodních druhů a jejich dílčích kategorií ze všech druhů ve snímku a jejich celková pokryvnost. Vlastní data informují o počtu taxonů a jedinců vybraných invazních neofytů v 500m segmentech břehové vegetace, které jsou dále zároveň použity pro výpočet indexů zatížení. Ačkoliv se u nepůvodních druhů rostlin, především u invazních, předpokládá rychlé šíření, tedy nárůst invadovanosti během let, byly v práci použity snímky od roku 1953. Při hodnocení vývoje zatížení se totiž neprojevovaly výrazné trendy. Při snaze o zachování množství dat a omezení snížení počtu snímků některých biotopů, které by tak byly slabě reprezentovány, nebyly staré snímky z práce vyčleněny. Data vlastního mapování pocházejí z roku 2007.

Chytrý a Pyšek (2008) uvádějí, že lepší data než fytoocenologické snímky pro hodnocení invadovanosti v současné době neexistují. Výhodou fytoocenologických snímků je jejich velké množství, různorodost typů ekosystémů a dostupnost. Nevýhodou jsou různá kvalifikace mapovatelů a s tím spojené možné chyby při určování druhů (Chytrý 2000) nebo při zaznamenávání zeměpisných souřadnic lokality. Dále je negativně vnímán subjektivní výběr snímkaných oblastí, který vede ke slabým záznamům z málo atraktivních ploch, především druhově chudých, degradovaných a nestabilních porostů, které ale mohou v krajině plošně převažovat (Chytrý 2000). Pro autory snímků jsou atraktivní především ekologicky významné a pro vegetační jednotky typické plochy. Z tohoto důvodu jsou záznamy o nepůvodních (a především invazních) druzích slabé. Vzhledem k tomu bylo v práci hodnoceno jen 364 invadovaných snímků, tedy 21 % všech snímků z povodí Ploučnice. Výhodou souboru dat invazních neofytů z břehové vegetace je především snaha o jejich záznamy, proto bylo možné pracovat se všemi, tedy i nezatíženými, 344 segmenty. Za další výhodu dat břehové vegetace lze považovat krátký seznam sledovaných druhů, jenž omezuje pravděpodobnost chybného určení druhu. Malý počet sledovaných druhů je ale zároveň

nevýhodou z hlediska množství zaznamenané informace o segmentu. Jako diskutabilní se jeví veličina počet jedinců neofytů vzhledem k možnému klonálnímu růstu druhu, např. u křídlatek (*Reynoutria* spp.), u nichž by se neměl počet lodyh považovat za počet jedinců, jak se tomu ale v praxi v rámci používané metodiky děje. Nevýhodou obou souborů dat je absence záznamu o typu biotopu přímo z terénu, následné určení podle vektorové vrstvy mapování biotopů může být nepřesné. U hodnot nadmořské výšky je obdobný problém nevýrazný vzhledem k její kontinuitě.

Srovnání výsledků souborů dat hodnocených v této práci, popř. s výsledky podobných analýz jiných autorů je uvedeno dále v dílčích kapitolách.

6.2 Invadovanost biotopů

Střední hodnota podílu archeofytů v rámci všech druhů fytocenologického snímku je 7,7 % (průměr 14,5 %). Chytrý et al. (2005), hodnotící také české fytocenologické snímky, udává 9% průměr. U neofytů vychází střední hodnota jejich podílu na 6,4 % (průměr 9,1 %). Chytrý et al. (2005) uvádí průměr jen 2,3 %. Vzhledem k hodnocení pouze invadovaných snímků v této práci jsou průměrné hodnoty zatížení vyšší.

Podle zastoupení záznamů o invadovaných lokalitách ve všech záznamech jednotlivých biotopů lze určit jako nejvíce zatížené biotopy Urbanizovaná území (X1), Louky a pastviny (T1) a Lužní lesy (L2), u kterých se značná invadovanost projevuje v obou sledovaných souborech dat, jak uvádí tab. č. 30. Vzhledem k hodnotám invadovanosti snímků i segmentů lze dále jako zatížený biotop určit Rákosiny a vegetace vysokých ostřic (M1). Ostatní biotopy jsou invadovány méně, méně často nebo chybí záznamy z jednoho ze souborů dat, popř. je jejich vysoká invadovanost reprezentována pouze jedním či dvěma záznamy, a má proto slabší vypovídací hodnotu. Takovým případem je např. Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7), která se zdá být značně zatížena, ale v případě břehové vegetace je málo zastoupena. Také Vrbové křoviny podél vodních toků (K2) či Extenzivně obhospodařovaná pole (X3) se zdají být silně zatíženy, jejich záznamy však pocházejí jen z jednoho souboru dat, ve druhém chybí. Jako nejméně často invadovaný biotop jsou určeny Smrčiny (L9). Nízké zatížení odpovídá Bučinám (L5) a Lesním kulturám s nepůvodními dřevinami (X9). Nepůvodní dřeviny biotopu Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9) jsou definovány jako stanovištně nepůvodní. Ve sledovaném území se jedná především o borovici lesní (*Pinus sylvestris*). Proto není překvapivé, že se invadovanost v těchto lesích jeví jako nízká.

Tab. č. 30: Srovnání invadovanosti jednotlivých biotopů mezi soubory fytocenologických snímků a segmentů břehové vegetace

Charakteristiky invadovanosti pro jednotlivé snímky a segmenty jsou určeny střední hodnotou. Šedě jsou označeny hodnoty, které jsou určeny pouze z jednoho či dvou záznamů. Tučně jsou zvýrazněny biotopy vyhodnocené jako nejzatíženější.

Biotop	Podíl záznamů invadovaných ploch (%)		Nepůvodní druhy ve fytoc. snímcích		Invazní neofyty v segmentech břehové vegetace			
	snímky	segmenty	podíl počtu (%)	pokryvnost (%)	prostý index zatížení	vážený index zatížení	počet taxonů	počet jedinců
K1	33	100	57.89	77.60	4.74	3.32	2	170
K2	-	83	-	-	5.71	3.15	3	420
L1	28	100	10.18	3.00	4.00	2.48	2	95
L2	33	79	24.10	26.30	3.70	2.48	1	100
L3	50	-	33.33	4.00	-	-	-	-
L4	9	-	4.76	2.00	-	-	-	-
L5	28	20	5.00	3.00	0.00	0.00	0	0
L6	100	-	13.66	9.65	-	-	-	-
L7	48	-	7.69	3.00	-	-	-	-
L8	0	-	0.00	0.00	-	-	-	-
L9	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
L10	0	-	0.00	0.00	-	-	-	-
M1	6	100	10.27	26.30	2.70	2.00	1	35
R2	0	-	0.00	0.00	-	-	-	-
S1	0	-	0.00	0.00	-	-	-	-
T1	49	100	7.30	15.60	3.70	2.54	1	70
T5	100	-	10.53	4.00	-	-	-	-
V1	13	-	7.14	2.00	-	-	-	-
X1	55	100	14.84	3.50	4.00	2.56	2	100
X2	56	-	14.59	6.80	-	-	-	-
X3	71	-	38.46	21.20	-	-	-	-
X5	0	-	0.00	0.00	-	-	-	-
X6	19	-	6.46	1.50	-	-	-	-
X7	40	100	21.67	17.05	7.98	3.09	6	365
X8	100	-	13.60	2.95	-	-	-	-
X9	10	21	8.71	2.00	0.00	0.00	0	0
X10	0	-	0.00	0.00	-	-	-	-
X11	0	-	0.00	0.00	-	-	-	-
X12	6	-	6.67	23.00	-	-	-	-
X13	-	100	-	-	4.00	2.48	2	85

Višňák (1997) považuje za typ biotopu, který je nejvíce obsazován neofyty, Lužní lesy (L2). Chytrý et al. (2005) uvádí jako nejvíce invadované biotopy plevelovou vegetaci na orné půdě a jednoletou ruderalní vegetaci, tedy biotopy X2, X3 a X7, s průměrným podílem archeofytů kolem 50 % a neofytů 6-10 %. Mezi stanoviště s nejvyšším podílem neofytů dále řadí narušované biotopy s dřevinou vegetací na produktivních půdách, např. Lesní kultury s nepůvodními listnatými dřevinami (X9B) s průměrně 7% podílem neofytů, Lesní paseky (X10, X11) se 3 % neofytů a Vrbové křoviny podél vodních toků (K2) s 2-3 % neofytů. Mezi další zatížené biotopy podle Chytrého et al. (2005) patří vysokobylinná vegetace ponechaná ladem na vlhkých půdách podél vodních toků (Vlhká tužebníková lada - T1.6) se 3-4 % neofytů, Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod (V1) se 4 % a Mokřady a pobřežní vegetace (M1) se 3 % neofytů. U Luk a pastvin (T1) a Lužních lesů (L2), které jsou v této práci vyhodnocené jako nejvíce invadované, udává Chytrý et al. (2005) podíl neofytů jen 0,7 %, resp. 1,6 %. Lambdon et al. (2008) však travinná společenstva uvádí jako ekosystém v České republice, v němž se vyskytuje největší počet naturalizovaných nepůvodních druhů. V rámci celé Evropy se nejvíce druhů nachází na městských a průmyslových ruderalních stanovištích (Lambdon et al. 2008). Typ biotopu Urbanizovaná území (X1) uvádí Chytrý et al. (2005, 2009a) v několika kategoriích, jejichž podíl neofytů se pohybuje kolem 5 %.

Invadovanost břehové vegetace vzhledem k využití příbřežní zóny hodnotí mj. Pánková (2008) v povodí Ohře. U intravilánu uvádí průměrný prostý index zatížení 6,17 (v povodí Ploučnice střední hodnota 3,74; průměr 4,60), u luk 4,93 (v povodí Ploučnice střední hodnota 4,00; průměr 3,94) a u lesů 5,59 (v povodí Ploučnice střední hodnota 0,85; průměr 1,58). Zatímco Pánková (2008) hodnotí louky (a zahrady) jako nejméně zatížené, data z povodí Ploučnice určují louky jako nejvíce zatížené. Na březích Ohře je nejvíce invadován intravilán obce (a pole ladem). Lesy jsou při toku Ohře invadovány poměrně silně, zatímco v povodí Ploučnice výrazně méně.

6.3 Nepůvodní druhy rostlin

Zatímco fytocenologické snímky sledují všechny typy nepůvodních druhů, vlastní data představují pouze invazní neofyty. U fytocenologických snímků jsou invazní druhy registrovány poměrně zřídka, a to z důvodu výběru snímkovacích ploch (viz kapitola 6.1). Např. křídlatka (*Reynoutria* sp.) není v povodí Ploučnice zaznamenána ani v jednom snímku,

zatímco v rámci mapování břehové vegetace je evidována v 15 % segmentů (Šenová 2008). Nejčastějším invazním neofytem snímků je vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*), zaznamenána ve 43 snímcích, v rámci břehové vegetace nebyla ale hodnocená. Nejčastějším neofytem v břehové vegetaci byla netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), registrovaná v 71 % segmentů (Šenová 2008). V rámci fytocenologických snímků se však vyskytla pouze v osmi případech. Snímky obsahují záznamy pouze o šesti taxonech invazních neofytů ze seznamu sledovaných v břehové vegetaci. Uvedené taxony s frekvencí jejich výskytu srovnává tab. č. 31.

Tab. č. 31: Srovnání počtu zaznamenaných výskytů vybraných invazních neofytů v rámci fytocenologických snímků a segmentů břehové vegetace

Taxon		Počet záznamů	
		počet fytoc. snímků	počet segmentů břehové vegetace ²¹
Křídlatka j., s., č.	(<i>Reynoutria</i> spp.)	0	52
Netýkavka malokvětá	(<i>Impatiens parviflora</i>)	8	244
Netýkavka žláznatá	(<i>Impatiens glandulifera</i>)	0	151
Pěťour m., s.	(<i>Galinsoga</i> spp.)	9	10
Trnovník akát	(<i>Robinia pseudoacacia</i>)	1	21
Turanka kanadská	(<i>Conyza canadensis</i>)	12	14
Vlčí bob mnoholistý	(<i>Lupinus polyphyllus</i>)	2	0
Vrbovka žláznatá	(<i>Epilobium ciliatum</i>)	43	-
Zlatobýl k., o.	(<i>Solidago</i> spp.)	1	58

Višňák (1997), hodnotící oblast Severních Čech, potvrzuje hojnost výskytu vrbovky žláznaté (*Epilobium ciliatum*) i netýkavky malokvěté (*Impatiens parviflora*), tedy nejčastějších neofytů zde hodnocených dat. Dále uvádí jako časté dvouzubec černoplodý (*Bidens frondosa*), pěťoury (*Galinsoga* spp.), vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a sítinu tenkou (*Juncus tenuis*), v této práci zaznamenanou v pěti snímcích.

S ohledem na malé zastoupení invazních neofytů ve fytocenologických snímcích nemá srovnání mezi nejčastějšími druhy jednotlivých biotopů význam.

²¹ Zdroj: Šenová (2008)

U charakteristiky biotopu Makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod (V1) z hlediska konkrétních rostlinných druhů lze výsledky snímků považovat za značně pochybné. Biotop představuje vodní prostředí s ponořenými nebo na hladině plovoucími rostlinami, zatímco výsledky proběhnuvší analýzy uvádějí jako nejčastější druhy psineček veliký (*Agrostis gigantea*), mátu rolní (*Mentha arvensis*) a starček obecný (*Senecio vulgaris*), tedy vlhkomilné druhy rumišť, okrajů lesů, luk a polí, ale i břehů vodních útvarů. Možným vysvětlením pochybných výsledků analýzy je tedy nepřesné vymezení jednotlivých biotopů či nepřesné souřadnice snímků. Snímky můžou tedy odpovídat pobřežním mokřinám. Další možností vysvětlení je hodnocení obnaženého dna vodní nádrže. Při důkladnějším pohledu na snímky přiřazené tomuto biotopu se ukazuje, že 69 invadovaných snímků ze 79 (resp. 498 z 591 všech snímků vodního prostředí) je lokalizováno identickými souřadnicemi, které odkazují přibližně na střed Břežyňského rybníka. A to i přes bližší informace k jednotlivým snímkům, které charakterizují prostředí záznamu jako odvodňovací či přírodní kanál, stagnující voda do 5, 10 nebo 45 cm aj. nebo dokonce paseky po smrčínách. Dané snímky pocházejí z let 1994 a 1995. Problém je tedy způsobený špatnou lokalizací snímků, jejíž příčina není jasná.

6.4 Vztahy mezi charakteristikami sledovaných dat

Při sledování počtu původních a nepůvodních druhů ve fytoocenologickém snímku se projevuje pozitivní vztah, zatímco u jejich pokryvností vychází negativní vztah. Podle Herbena et al. (2004) se negativní závislost mezi počtem původních a nepůvodních druhů projevuje na sledovaných plochách do 30 m², na větších převládá pozitivní vztah. Studované snímky mají nejčastěji plochu 25 m² (průměrně 47 m²), blíží se tedy dané hranici, což může být důvodem nejednotnosti výsledků. Při hodnocení vztahu jen u snímků s plochou 25 m² se také projevuje pozitivní vztah, naopak u snímků se 16 m², kterých je hodnoceno 41, se projevuje negativní vztah. Pozitivně jsou korelovány počty archeofytů a neofytů ve snímku (v rámci všech snímků i v rámci snímků o stejné velikosti). V práci Chytrého et al. (2005) vycházejí převážně pozitivní korelace mezi počty původních druhů a nepůvodních, stejně jako mezi archeofyty a neofyty.

Při hodnocení invazního zatížení fytoocenologických snímků vzhledem k biodiverzitě, určené Shannon-Wienerovým a Simpsonovým indexem, se ukázala polovina vztahů jako pozitivní a polovina jako negativní závislosti. Rostoucí podíl počtu nepůvodních druhů koreluje se

snižující se diverzitou, z hlediska pokryvnosti je to však naopak. U archeofytů se obě hodnoty invadovanosti s diverzitou zvyšují, u neofytů naopak snižují. Lze tedy usuzovat, že archeofyty biodiverzitu podporují, zatímco neofyty omezují. Překvapivý rozpor mezi výslednými vztahy u nepůvodních druhů hodnocených dohromady lze vysvětlit vlivem silnějšího vztahu archeofytů či neofytů. Zatímco u podílu počtu převažuje vliv neofytů a jejich poměrně silného negativního vztahu vzhledem k diverzitě, u pokryvnosti je silnější pozitivní vztah archeofytů. Negativní vliv neofytů na biodiverzitu uvádějí např. Lohmeyer, Sukopp (1992) nebo Višňák (1997). Ačkoliv Hejda, Pyšek (2006) tvrdí, že netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) významný negativní vliv na počet druhů nemá, uznávají, že se stává dominantním druhem. Biodiverzita společenstva je definována nejen počtem druhů, ale i vyrovnaností jejich pokryvností, což tedy podporuje fakt snižování biodiverzity neofytními druhy.

Úzkou souvislost mezi nadmořskou výškou a invadovaností dosvědčuje více studií (např. Pauchard, Alaback 2004, Becker et al. 2005, Chytrý et al. 2008b, Zelendová 2008, Chytrý et al. 2009b), které dokládají snižující se invazní zatížení s rostoucí nadmořskou výškou. Stejně i data vlastního terénního mapování v této práci tuto závislost potvrzují. Při analýze všech segmentů dohromady se na 99% hladině spolehlivosti projevila středně silná závislost. Při hodnocení jednotlivých biotopů se klesající invadovanost potvrdila ve 12 případech, ve 24 nebyla signifikantní, ale v žádném biotopu se neprojevila jako rostoucí. Vzhledem k již obecně přijímanému faktu klesající invadovanosti s nadmořskou výškou jsou výsledky hodnocení fytocenologických snímků v této práci velmi překvapivé. Z 12 hodnocených charakteristik invadovanosti se šest vzhledem k rostoucí výšce zvyšuje a šest neproazuje závislost, neukazuje se však žádný případ poklesu. Při sledování trendu v jednotlivých biotopech se ze 112 vztahů 13 projevilo jako rostoucí, 15 jako klesající a v 84 případech nedošlo k signifikantní závislosti.

S ohledem na schopnosti šíření zvláště invazních rostlin a zároveň stálou introdukci nových druhů (Lambdon et al. 2008) je předpokládán rostoucí trend invadovanosti v čase, který např. u plevelných druhů neofytů na orné půdě v období 1955-2000 prokazuje Pyšek et al. (2005). V rámci hodnocení vývoje zatížení fytocenologických snímků za období 1953 až 2005 se však v této práci předpokládaný nárůst neprojevilo. Podíl počtu nepůvodních druhů ve snímku dokonce klesá. U pokryvnosti neofytů se sice prokázal růst, ale je velmi mírný a závislost slabá. Nejsilnější rostoucí závislost se projevila u vývoje přechodně zavlečených druhů. Z dat za vymezená pětiletá období lze však uvést, že nejvyšších hodnot zatížení nepůvodními druhy dosahují právě nejnovější snímky. Nicméně zatížení neofyty se jako nejvyšší projevuje

ve druhé polovině 70. let a jeho nárůst za celé období činí pouze 1 % podílu na počtu druhů ve snímku. Nárůst podílu pro nepůvodní druhy činí 5 %.

6.5 Predikce invadovanosti

Mapu invadovanosti pro celou Evropu vytvořil Chytrý et al. (2009a), mapa vychází z průměrných hodnot invadovanosti v jednotlivých biotopech. V další práci Chytrého et al. (2009b) je uvedena mapa invadovanosti České republiky, která pro určení zatížení kombinuje vliv typu biotopu a nadmořské výšky, což jsou podle Chytrého et al. (2008b) jeho hlavní příčinné faktory. Záměrem této práce bylo vytvořit mapu invazního zatížení na jemnějším měřítku, tedy pro menší oblast, kterou bylo povodí Ploučnice, a pro dílčí kategorie biotopů podle dat Agentury ochrany přírody a krajiny ČR. Závislosti mezi nadmořskou výškou a invadovaností se ale ve většině biotopů neprojeví, pravděpodobně z důvodu malého počtu dat. Zdrojem informací o plošném rozložení biotopů byla v této práci vrstva mapování biotopů, která ale netvoří souvislou vrstvu, části území nejsou zmapovány, části charakterizuje mozaika. Výsledná mapa proto obsahuje neurčitelné části. K tvorbě map Chytrého et al. (2009a, 2009b) byla využita data CORINE land-cover, jež kompletně pokrývají území. Pro určení biotopů byla provedena transformace mezi klasifikacemi CORINE a EUNIS.

Pro povodí Ploučnice bylo vytvořeno deset map, předpovídajících možnou invadovanost. Ta byla určena jako podíl počtu nepůvodních druhů ve všech družích a jako celková pokryvnost nepůvodních druhů ve snímku, stejně byly hodnoceny také archeofyty a neofyty zvlášť. Další mapy vznikly na základě hodnot prostého a váženého indexu zatížení invazními neofyty a počtu taxonů a jedinců invazních neofytů. Protože zdrojová data posledních čtyř map pocházejí z břehové vegetace, která patří k nejvíce zatíženým v krajině díky vlivu vodního toku, lze u těchto výstupů předpokládat nadhodnocení invadovanosti.

Oblasti s nejvyšším předpokládaným zatížením se ukazují v západní části území v oblasti Benešova nad Ploučnicí, kde jsou výrazně zastoupeny biotopy Urbanizovaná území (X1), Ruderální bylinná vegetace mimo sídla (X7) a Lužní lesy (L2) v nejnižších polohách. Významný je tu podíl neofytů ($> 12\%$) a s ním související indexy zatížení invazními neofyty ($I_p > 4$, $I_v > 3$). Další zatíženou oblastí se jeví oblast položená jižně od výše zmíněné, ležící kolem obce Verneřice. Zde se jedná především o Louky a pastviny (T1) ve výšce kolem 500 m n. m., kde se projevuje vysoká pokryvnost archeofytů ($> 30\%$). Poměrně vysoké jsou zde

i indexy zatížení invazními neofyty ($I_p = 3,5$, $I_v = 2,8$). V centrální části povodí lze očekávat vysoký podíl archeofytů ($> 60 \%$) s pokryvností 20-30 % a 3-6% podíl neofytů s pokryvností 5-10 %, a to na Extenzivně obhospodařovaných polích (X3) kolem 300 m n. m. Zároveň v Ruderální bylinné vegetaci mimo sídla (X7) v nadmořské výšce do 280 m je index zatížení invazními neofyty 3,00 a více. Při jihozápadní i jihovýchodní hranici se objevuje pokryvnost neofytů větší než 10 %, jejich podíl je 6-9 %. Archeofyty tu mají pokryvnost do 10 % a podíl do 20 %, což představuje jen podprůměrné zatížení. V severovýchodní části území způsobují zatížení především archeofyty s podílem i pokryvností nad 20 % na Intenzivně obhospodařovaných polích (X2) v nadmořské výšce kolem 400 m.

Nejméně invadované oblasti jsou severní část (oblast Lužických hor) a jihovýchodní oblast (jihovýchodně od Mimoně). Zde se rozkládají Lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9) a Bučiny (L5). Předpokládáno je zde především nízké zatížení archeofyty, jejichž podíl je do 20 % a pokryvnost do 10 %. Minimální neofytní zatížení lze předpokládat ve zmíněné severní oblasti, podíl i pokryvnost neofytů se zde pohybují kolem 5 %.

Při porovnání vytvořených map s mapami Chytrého et al. (2009b) dochází ke shodě určení vysokého podílu i pokryvnosti archeofytů v centrální části povodí. Dále však Chytrý et al. (2009b) uvádí vysoký podíl ($> 60 \%$) i pokryvnost ($> 35 \%$) archeofytů ve východní části povodí kolem Stráže pod Ralskem, kde se v rámci této práce projevuje podíl archeofytů max. do 40 % a pokryvnost max. 30 %. Biotopy v této oblasti jsou bohužel málo zmapované a obsah mapy je tu neúplný. Také podíl neofytů se ukazuje v rámci mapy České republiky (Chytrý et al. 2009b) v této sporné oblasti vyšší (12-15 %) než u mapy povodí (cca 8 %), pokryvnost podle Chytrého et al. (2009b) 7% se těžko posuzuje vzhledem k zastoupení všech tříd hodnot této charakteristiky v mapě této práce. Chytrý et al. (2009b) ve své práci upozorňuje na možnosti nadhodnocení výsledné invadovanosti dílčích oblastí, způsobené průměrováním dat z území celé České republiky, při této příležitosti uvádí jako příklad právě borové lesy v Ralské pahorkatině. Podle Chytrého et al. (2009b) jsou dále archeofyty silně zastoupené v jižní až jihovýchodní části povodí, kde opět chybí podklad pro určení invadovanosti v rámci povodí. Oblast Verneřic, u níž bylo v této práci určeno silné zatížení archeofyty, zobrazuje Chytrý et al. (2009b) pouze s nízkým zatížením. Naopak shodně dokládají obě srovnávané práce vyšší zatížení archeofyty i neofyty v oblasti Benešova nad Ploučnicí, kde silné zatížení dokládá i předchozí práce autorky (Šenová 2008). Nejnížší invadovanost je shodně určena v severní části povodí.

7. ZÁVĚR

Tato práce je věnována problematice invazního zatížení v rámci biotopů. Zdrojovými daty analýzy byly fytocenologické snímky z České národní fytocenologické databáze (Chytrý, Rafajová 2003) a záznamy vlastního terénního mapování.

Nejvyšší invadovanost byla vyhodnocena u biotopů Urbanizovaná území (X1), Louky a pastviny (T1) a Lužní lesy (L2). Silné zatížení lze očekávat i v Rákosinách a vegetaci vysokých ostřic (M1) nebo v Ruderální bylinné vegetaci mimo sídla (X7). Nulová intenzita zatížení je předpokládána pro Smrčiny (L9). Nízké zatížení odpovídá Bučinám (L5) a Lesním kulturám s nepůvodními dřevinami (X9). Nejčastějšími nepůvodními druhy byly vyhodnoceny naturalizovaný neofyt psineček veliký (*Agrostis gigantea*) a invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*). V rámci invazních neofytů jsou nejčastější vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*) a netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*).

Při hodnocení vztahů mezi charakteristikami snímků se ukazují pozitivní korelace mezi počtem původních a nepůvodních druhů, stejně jako mezi počty archeofytů a neofytů. Vztah mezi biodiverzitou a invadovaností snímků se prokázal jako pozitivní při hodnocení zatížení archeofyty a naopak negativní při hodnocení zatížení neofyty. Předpokládaný pokles invadovanosti vzhledem k rostoucí nadmořské výšce se projevil pouze u dat vlastního mapování břehové vegetace. Fytocenologické snímky tento vztah nepotvrzují.

V práci bylo vytvořeno deset map, které zobrazují možné invazní zatížení v povodí Ploučnice. Jako nejvíce potenciálně invadované oblasti se projevíly západní oblast kolem Benešova nad Ploučnicí (s především neofytním zatížením) a kolem Verneřic (s především archeofytním zatížením), severovýchodní část (s archeofytním zatížením) a centrální část území kolem České Lípy (zatížená archeofyty i neofyty). Nejnižší zatížení lze předpokládat v severní části v oblasti Lužických hor.

Vyhodnocená invadovanost povodí Ploučnice může být nadhodnocená vzhledem k analýze dat z břehové vegetace, která je považována za jedno z nejčastějších míst výskytu invazních druhů v krajině, a pouze invadovaných snímků. Při práci se všemi snímky, které jsou velmi často bez záznamů nepůvodních druhů, by se výsledná invadovanost dala považovat za podhodnocenou.

POUŽITÉ ZDROJE

LITERATURA

- BALATKA, B. – KALVODA, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie PRAHA, a. s., Praha, 79 s.
- BECKER, T. et al. (2005): Altitudinal distribution of alien plant species in the Swiss Alps. In: Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 7, s. 173–183.
- BRANDES, D. (2000): Dynamics of riparian vegetation: The example of *Rumex stenophyllus* Ledeb. Botanisches Institut und Botanischer Garten der Technischen Universität Braunschweig. 9 s. URL <<http://opus.tu-bs.de/opus/volltexte/2000/130/>>
- BRANIŠ, M. (1997): Základy ekologie a životního prostředí. Informatorium, Praha, 143 s.
- CARLTON, J. T. (1996): Biological invasions and cryptogenic species. In: Ecology, 77 (6), s. 1653–1655.
- CRAWLEY, M. J. – HARVEY, P. H. – PURVIS, A. (1996): Comparative ecology of the native and alien flora of the British Isles. In: Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 351, s. 1251–1259.
- CULEK, M. (ed.) et al. (1996): Biogeografické členění České republiky. ENIGMA, Praha, 347 s.
- DAEHLER, C. C. (2001): Darwin's naturalization hypothesis revisited. American Naturalist 158, s. 324–330.
- DAVIS, M. A. et al. (2000): Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. In: Journal of Ecology, 88, s. 528–534.
- DEMEK, J. (ed.) et al. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Academia, Praha, 584 s.
- DEMEK, J. et al. (1965): Geomorfologie českých zemí. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 336 s.
- DI CASTRI, F. (1989): History of biological invasions with special emphasis on the Old World. In: DRAKE, J. et al. (eds.): Biological invasions: a global perspective. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, s. 1–30.

- ESSL, F. et al. (2010): Socioeconomic legacy yields an invasion debt. In: PNAS, 108 (1), s. 203–207.
- GROVES, R. (1999): Sleeper weeds. In: Bishop, A. C. – Boersma, M. – Barnes, C. D. (eds.): 12th Australian Weeds Conference proceedings. Hobart, s. 632–636.
- HEJDA, M. – PYŠEK, P. (2006): What is the impact of *Impatiens glandulifera* on species diversity of invaded riparian vegetation? Biological conservation, 132, s. 143–152.
- HEJNÝ, S. – SLAVÍK, B. (eds.) et al. (1988): Květena České socialistické republiky. 1. Academia, Praha, 560 s.
- HERBEN, T. et al. (2004): Invasibility and species richness of a community: a neutral model and survey of published data. In: Ecology, 85 (12), s. 3223–3233.
- HOOD, W. G. – NAIMAN, R. J. (2000): Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants. In: Plant Ecology, 148, s. 105–114.
- CHYTRÝ, M. (2000): Formalizované přístupy k fytocenologické klasifikaci vegetace. In: Preslia, 72, s. 1–29.
- CHYTRÝ, M. et al. (2009a): European map of alien plant invasions based on the quantitative assessment across habitats. In: Diversity and Distributions, 15, s. 98–107.
- CHYTRÝ, M. et al. (2009b): Maps of the level of invasion of the Czech Republic by alien plants. In: Preslia, 81, s. 187–207.
- CHYTRÝ, M. et al. (2008a): Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic region of Europe. In: Journal of Applied Ecology, 45, s. 448–458.
- CHYTRÝ, M. et al. (2008b): Separating habitat invasibility by alien plants from the actual level of invasion. In: Ecology, 89, s. 1541–1553.
- CHYTRÝ, M. et al. (2005): Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats. In: Preslia, 77, s. 339–354.
- CHYTRÝ, M. – KUČERA, T. – KOČÍ, M. (eds.) (2001): Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, 307 s.
- CHYTRÝ, M. – PYŠEK, P. (2008): Invaze nepůvodních druhů v rostlinných společenstvech. In: Zprávy České Botanické Společnosti, Praha, 43, Mater. 23, s. 17–40.
- CHYTRÝ, M. – RAFAJOVÁ, M. (2003): Czech National Phytosociological Database: basic statistics of the available vegetation–plot data. In: Preslia, 75, s. 1–15.
- JONES, C. G. – LAWTON, J. H. – SHACHAK, M. (1994): Organism as ecosystem engineers. In: Oikos, 69 (3), s. 373–386.

- KOL. AUTORŮ (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Praha – Olomouc, 255 s.
- KŘIVÁNEK, M. (2004): Rostlinné invaze – pět otázek a pět odpovědí. *Ochrana přírody*, 59, č. 1, Praha, s. 10–12.
- KŘIVÁNEK, M. – SÁDLO, J. – BÍMOVÁ, K. (2004): Odstraňování invazních druhů rostlin. In: Háková, A. – Klauďisová, A. – Sádlo, J. (eds.): *Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000*. Planeta XII, 8. MŽP ČR, Praha, s. 23–27.
- KÜHN, P. (2006): Geologické zajímavosti Libereckého kraje. *Liberecký kraj, resort rozvoje venkova, zemědělství, životního prostředí a informatiky*, Liberec, 120 s.
- KUNSKÝ, J. (1974): Československo fyzicky zeměpisně. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 251 s.
- KUNSKÝ, J. (1968): Fyzický zeměpis Československa. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 536 s.
- LAMBDON, P. W. et al. (2008): Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. In: *Preslia*, 80, s.101–149.
- LANGHAMMER, J. et al. (2005): Metodika mapování upravenosti říční sítě a následků povodní. [výzkumná zpráva]. PřF UK, MŽP ČR, Praha, 29 s.
- LOHMEYER, W. – SUKOPP, H. (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. In: *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, 25, s. 1–185.
- LONSDALE, W. M. (1999): Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. In: *Ecology*, 80 (5), s. 1522–1536.
- MACKOVČIN, P. – SEDLÁČEK, P. – KUNCOVÁ, J. (eds.) (2002): *Liberecko*. In: Mackovčín, P. – Sedláček, P. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek III*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a ekocentrum Brno, Praha, 331 s.
- MATĚJČEK, T. (2009): Rozšíření invazních neofytů v břehové vegetaci vodních toků. Dizertační práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 131 s.
- MLÍKOVSKÝ, J. (2006): Nepůvodní druhy: Terminologie a definice. In: Mlíkovský, J. – Stýblo, P.: *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. ČSOP, Praha, s. 12–13.
- MORAVCOVÁ, L. et al. (2010): Reproductive characteristics of neophytes in the Czech Republic: traits of invasive and non-invasive species. In: *Preslia*, 82, s. 365–390.
- MÜLLER, N. – OKUDA, S. (1998): Invasion of alien plants in floodplains – a comparison of Europe and Japan. In: Starfinger, U. et al. (eds.): *Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses*. Backhuys Publishers, Leiden, s. 321–332.

- NAIMAN, R. J. – DÉCAMPS, H. (1997): The Ecology of Interfaces: Riparian Zones. In: *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 28, s. 621–658.
- NEUHÄUSLOVÁ, Z. et al. (2001): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Textová část. Academia, Praha, 341 s.
- PÁNKOVÁ, P. (2008): Rozšíření invazních druhů rostlin v břehové vegetaci Ohře. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 131 s.
- PAUCHARD, A. – ALABACK, P. B. (2004): Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected area of south-central Chile. In: *Conservation Biology*, 18 (1), s. 238–248.
- PRACH, K. (1996): Úvod do vegetační ekologie. Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, 95 s.
- PRACH, K. – PYŠEK, P. (1997): Invazibilita společenstev a ekosystémů. In: *Zprávy České Botanické Společnosti*, Praha, 32, Mater. 14, s. 1–6.
- PYŠEK, P. (1998): Alien and Native Species in Central European Urban Floras: A Quantitative Comparison. *Journal of Biogeography*, 25 (1), s. 155–163.
- PYŠEK, P. et al. (2011): Colonization of high altitudes by alien plants over the last two centuries. In: *PNAS*, 108 (2), s. 439–440.
- PYŠEK, P. et al. (2010): Disentangling the role of environmental and human pressures on biological invasions across Europe. In: *PNAS*, 107 (27), s. 12157–12162.
- PYŠEK, P. et al. (2008): Návrh české terminologie vztahující se k rostlinným invazím. In: *Zprávy České Botanické Společnosti*, Praha, 43, Mater. 23, s. 219–222.
- PYŠEK, P. et al. (2005): Alien plants in temperate weed communities: prehistoric and recent invaders occupy different habitats. In: *Ecology*, 86 (3), s. 772–785.
- PYŠEK, P. et al. (2004): Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. In: *Taxon*, 53, s. 131–143.
- PYŠEK, P. – JAROŠÍK, V. (2005): Residence time determines the distribution of alien plants. In: Inderjit, S. (ed.): *Invasive plants: ecological and agricultural aspects*. Birkhäuser Verlag, Basel, s. 77–96.
- PYŠEK, P. – SÁDLO, J. (2004a): S vlky výt: alternativy boje proti zavlečeným druhům rostlin. *Vesmír*, 83, č. 3, Praha, s. 140–145.
- PYŠEK, P. – SÁDLO, J. (2004b): Zavlečené rostliny: Jak je to u nás doma? *Vesmír*, 83, č. 2, Praha, s. 80–85.
- PYŠEK, P. – SÁDLO, J. (2004c): Zelení cizinci přicházejí. *Vesmír*, 83, č. 4, Praha, s. 200–206.

- PYŠEK, P. – SÁDLO, J. – MANDÁK, B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech republic. In: *Preslia*, 74, s. 97–186.
- PYŠEK, P. – TICHÝ, L. (eds.) (2001): *Rostlinné invaze. Rezekvítek*, Brno, 40 s.
- REJMÁNEK, M. (1996): A theory of seed plant invasiveness: the first sketch. In: *Biological Conservation*, 78, s. 171–181.
- REJMÁNEK, M. – RICHARDSON, D. M. (1996): What attributes make some plant species more invasive? In: *Ecology*, 77 (6), s. 1655–1661.
- RICHARDSON, D. M. et al. (2007): Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. In: *Diversity and Distributions*, 13, s. 126–139.
- RICHARDSON, D. M. et al. (2000a): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. In: *Diversity and Distributions*, 6, s. 93–107.
- RICHARDSON, D. M. et al. (2000b): Plant invasions – the role of mutualisms. In: *Biological Review*, 75, s. 65–93.
- RICHARDSON, D. – PYŠEK, P. (2006): Plant invasions: meaning the concepts of species invasiveness and community invasibility. In: *Progress in Physical Geography*, 30 (3), s. 409–431.
- RYDLO, J. (1999): *Impatiens glandulifera* na dolní Berounce. Muzeum a současnost, Roztoky, ser. natur., 13, s. 155–156.
- SIMBERLOFF, D. – VON HOLLE, B. (1999): Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? In: *Biological Invasions*, 1, s. 21–32.
- STOHLGREN, T. J. et al. (2006): Scale and plant invasions: a theory of biotic acceptance. In: *Preslia*, 78, s. 405–426.
- ŠENOVÁ, V. (2008): Sledování výskytu invazních druhů rostlin v břehové vegetaci vodních toků s povodí Ploučnice. Bakalářská práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 112 s.
- TICHÝ, L. (2002): JUICE, software for vegetation classification. In: *Journal of Vegetation Science*, 13, s. 451–453.
- TICHÝ, L. – HOLT, J. (2006): Juice: program for management, analysis and classification of ecological data. Program manual. Brno, 98 s.
- TOMÁŠEK, M. (2003): *Půdy České republiky*. Česká geologická služba, Praha, 68 s.
- TONIKOVÁ, Z. (2006): Program rozvoje hospodářsky slabých oblastí Libereckého kraje. Krajský úřad Libereckého kraje, Liberec, 53 s.
- VIŠŇÁK, R. (1997): *Invazní neofyty v severní části České republiky*. Zprávy České Botanické Společnosti, Praha, 32, Mater. 14, s. 105–115.

- VLČEK, V. (ed.) et al. (1984): Zeměpisný lexikon ČSR. Vodní toky a nádrže. Academia, Praha, 316 s.
- ZELENDOVÁ, E. (2008): Vliv geografických faktorů na výskyt invazních neofytů na povodí Střely. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 73 s.
- WILLIAMSON, M. H. – BROWN, K. C. (1986): The analysis and modelling of British invasions. Philosophical Transactions of the Royal Society London B 314, s. 505–522.

INTERNET

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky [cit. 17.4.2008].

URL <<http://www.ochranaprirody.cz>>

NATURA 2000. AOPK ČR [cit. 9.2.2011].

URL <<http://www.nature.cz/natura2000-design3/hp.php>>

MAPOVÉ ZDROJE

Databáze ArcCR. ARCDATA Praha.

Databáze DIBAVOD. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka [12.12.2007].

URL <<http://www.vuv.cz/oddeleni-gis>>

Digitální geografický model území České republiky ZABAGED[®] 1:10 000. Český úřad zeměměřický a katastrální.

Digitální vektorová vrstva mapování biotopů, verze květen 2009. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky.

Národní geoportál INSPIRE [duben 2011].

URL <<http://geoportal.gov.cz>>

Portál veřejné správy České republiky [březen 2008, únor 2011].

URL <<http://geoportal.cenia.cz>>